

JAHRESBERICHT 2021

ANNUAL REPORT

117
JAHRE
YEARS



ZAMG

ZENTRALANSTALT FÜR
METEOROLOGIE UND
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG
DES BMBWF

 **Bundesministerium**
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

2021

170 JAHRE ZAMG 170 YEARS OF ZAMG

INHALT CONTENT

Vorwort
Preface 4

 **WETTER**
WEATHER 6

 **KLIMA**
CLIMATE 16

 **UMWELT**
ENVIRONMENT 26

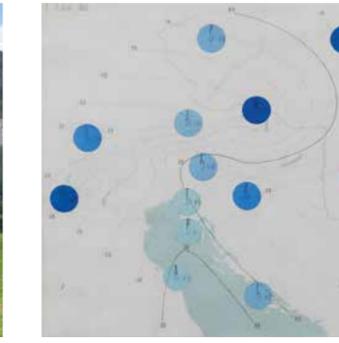
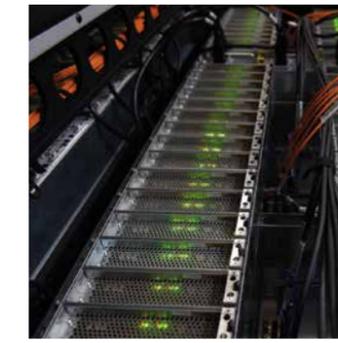
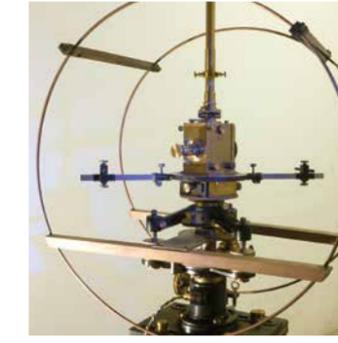
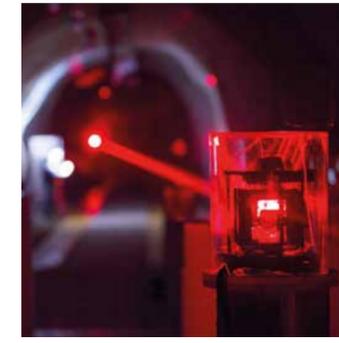
 **GEOPHYSIK**
GEOPHYSICS 36

Observatorien
Observatories 46

Klimarückblick 2021
2021 Climate in Review 54

Erdbebenrückblick 2021
2021 Earthquakes in Review 56

ZAMG Service und Kontakt
ZAMG Service and contact 58



Am 23. Juli 1851 bewilligte Kaiser Franz Joseph die Errichtung „...einer Centralanstalt für meteorologische und magnetische Beobachtungen“, der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, die auf eine Initiative der Österreichischen Akademie der Wissenschaften zurückgeht. Die ZAMG ist damit einer der ältesten Wetterdienste der Welt.

On July 23, 1851, Emperor Franz Joseph approved the establishment of "...a central institute for meteorological and magnetic observations", the Central Institute for Meteorology and Earth Magnetism, which refers to a initiative of the Austrian Academy of Sciences. The ZAMG is one of the oldest weather services in the world.



Seit 170 Jahren ist die ZAMG ein wesentlicher Bestandteil zum Schutz der Bevölkerung und der Infrastruktur Österreichs und ein wichtiger Teil der internationalen meteorologischen und geophysikalischen Zusammenarbeit. Diese erfolgreiche Geschichte zeigt, dass an der ZAMG der rasante Fortschritt der Wissenschaft und Technologie stets unmittelbar am neuesten Stand der Forschung zum Nutzen der Menschen umgesetzt wird, selbst in schwierigsten Zeiten, wie zum Beispiel während der Weltkriege oder der aktuellen globalen Pandemie.

Mit dieser Innovation, Flexibilität und Interdisziplinarität werden auch die neuen Herausforderungen erfolgreich bewältigt werden, die zum Beispiel der Klimawandel im Bereich der Naturgefahren bringt. Ein herzliches Danke an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der ZAMG für ihre erfolgreiche Arbeit im Jahr 2021 und weiterhin alles Gute!

For 170 years, ZAMG has played a vital role in protecting Austria's population and infrastructure and contributed significantly to international meteorological and geophysical cooperation. ZAMG's success shows that it is always at the cutting edge of research and has always directly implemented the rapid progress made by science for the benefit of humankind, even in the most difficult times, such as during the world wars or the current global pandemic.

Thanks to its innovativeness, flexibility and interdisciplinarity, the new challenges posed by climate change, for example, in the field of natural hazards will also be successfully met.

A heartfelt thank-you to all ZAMG employees for their successful work in 2021 and all the best in the future!

ao. Univ.-Prof. Dr. Martin Polaschek

Bundesminister für Bildung, Wissenschaft und Forschung

Federal Minister for Education, Science and Research



Vorweg ein großer Dank an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und an alle Partnerorganisationen! Die Pandemie brachte für alle massive berufliche und private Herausforderungen. Trotzdem konnten mit großer Flexibilität und hohem Einsatz sämtliche Aufgaben der ZAMG ohne Ausfälle rund um die Uhr in bewährter Qualität fortgesetzt werden und neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden. Dieser Jahresbericht gibt einen Überblick über diese vielfältigen Tätigkeiten, die von den Prognosen und Warnungen für das staatliche Krisen- und Katastrophenschutzmanagement bis zu nationalen und internationalen Forschungsprojekten reichen.

Ein großer Dank auch an Michael Staudinger, von dem ich 2021 eine sehr gut aufgestellte Organisation als provisorischer Leiter übernehmen durfte und der in den letzten Jahren einen großen Beitrag für den hohen nationalen und internationalen Stellenwert die ZAMG leistete.

First of all, a thank you very much to all the employees and partner organisations! The pandemic brought massive professional and personal challenges for everyone. Nevertheless, ZAMG continued to complete all its tasks with great flexibility and dedication, around the clock and to the usual high standard without any interruptions, whilst at the same time developing new products and services.

This annual report provides an overview of these diverse activities, which range from forecasts and warnings for government crisis and disaster management to national and international research projects.

I would also like to thank Michael Staudinger, from whom I as acting Director took over a very well-positioned organisation in 2021 and who in recent years has made a major contribution to ZAMG's high national and international standing.

Dr. Andreas Schaffhauser

Provisorischer Leiter der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)

Acting Director of the Central Institute for Meteorology and Geodynamics (ZAMG)



WECHSEL IN DER DIREKTION

Mit Juli 2021 übernahm Andreas Schaffhauser die provisorische Leitung der ZAMG. Er löste damit Michael Staudinger ab, der von 2010 bis 2021 Direktor der ZAMG war.

MICHAEL STAUDINGER

Geboren 1954 in Tirol. Studierte in Innsbruck und Australien Meteorologie und Geophysik. Ab 1983 an der ZAMG tätig, zuständig für Wetterprognosen, Entwicklung von Warnsystemen, Umweltgutachten, Forschungskoordination am Sonnblickobservatorium und Kundenbetreuung. Von 1987 bis 2010 Leiter der Lawinenwarnzentrale Salzburg des Amtes der Salzburger Landesregierung und Leiter des Sonnblickobservatoriums. Von 2018 bis 2021 Präsident der Regional Association for Europe (RAVI) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO).

ANDREAS SCHAFFHAUSER

Geboren 1970 in der Steiermark. Studium der Meteorologie an den Universitäten Graz und Innsbruck. Marie Curie Fellowship an der Universität Bologna in Italien (2003/2004). Forschungstätigkeiten im Bereich der Meteorologie, Fernerkundung und der Schnee- und Lawinenforschung. Seit 2006 an der ZAMG. Von 2011 bis 2021 als Bereichsleiter verantwortlich für die Wettervorhersage, Klimadienstleistungen und umweltmeteorologische Services. Von 2019 bis 2021 Programm-Manager des EUMETNET Meteoalarm Projektes zur Harmonisierung und Koordination der Warnungen der europäischen nationalen Wetterdienste.

CHANGE OF DIRECTORS

As of July 2021, Andreas Schaffhauser took over the provisional management of ZAMG. He succeeded Michael Staudinger, who was ZAMG Director from 2010 to 2021.

MICHAEL STAUDINGER

Born in 1954 in Tyrol. Studied meteorology and geophysics in Innsbruck and Australia. From 1983 employed at ZAMG, responsible for weather forecasts, the development of warning systems, environmental assessments, research coordination at Sonnblick Observatory and customer support. From 1987 to 2010 head of the Avalanche Warning Centre Salzburg of the Office of the Salzburg Provincial Government and head of the Sonnblick Observatory. From 2018 to 2021, President of the Regional Association for Europe (RAVI) of the World Meteorological Organization (WMO).

ANDREAS SCHAFFHAUSER

Born 1970 in Styria. Studied meteorology at the Universities of Graz and Innsbruck. Marie Curie Fellowship at the University of Bologna in Italy (2003/2004). Research activities in the field of meteorology, remote sensing and snow and avalanche research. At ZAMG since 2006. From 2011 to 2021 as Division Manager responsible for weather forecasting, climate services and environmental meteorological services. From 2019 to 2021 Programme Manager of the EUMETNET Meteoalarm Project for the harmonisation and coordination of warnings from European national meteorological services.

2021 WETTER

EXTREMES HAGELJAHR

2021 brachte überdurchschnittlich viele Unwetter mit großem Hagel. Die Größe einiger Hagelkörner lag für Österreich im Rekordbereich. Besonders extrem war der 24. Juni 2021. Eine seltene Kombination aus einer sehr instabilen Luftmasse, starkem Höhenwind und ausreichenden atmosphärischen Hebungsprozessen löste einen seit Jahrzehnten beispiellosen Ausbruch an Hagelunwettern in Mitteleuropa aus. Für Österreich lassen sich an diesem Tag 18 Gewitter mit großem Hagel identifizieren. In den Bezirken Freistadt, Urfahr, Zwettl und Horn wurden dabei Korngrößen von zehn Zentimeter beobachtet. Vom Gewitter im Raum Hollabrunn ist sogar Hagel mit zwölf Zentimeter Größe dokumentiert. Das entspricht dem bisher größten in Österreich bekannten Hagel, mit zwölf Zentimeter 1929 in Pöndorf (Oberösterreich) und 1984 in St. Oswald (Niederösterreich).

Wetterlagen, bei denen schwere Gewitter entstehen können, haben laut Untersuchungen der ZAMG seit den 2000er-Jahren im Süden und Osten Europas um 30 bis 50 Prozent zugenommen, in Österreich um etwa 20 Prozent.

EXTREME HAIL YEAR

2021 brought an above-average number of storms with large hail. The size of some hailstones was almost record-breaking for Austria. The storm on 24 June 2021 was particularly extreme. A rare combination of a highly unstable air mass, strong high-altitude winds, and sufficient atmospheric uplift processes triggered an outbreak of hail storms in Central Europe not seen for decades. For Austria, 18 thunderstorms with large hail are identifiable on that day. Stone sizes of ten centimetres were observed in the districts of Freistadt, Urfahr, Zwettl and Horn. For the thunderstorm in the area of Hollabrunn, hailstones as large as 12 centimetres were documented. This represents the largest hail known to date in Austria, namely 12 centimetres in Pöndorf (Upper Austria) in 1929 and in St. Oswald (Lower Austria) in 1984.

According to ZAMG studies, weather conditions that can produce severe thunderstorms have increased by 30 to 50 percent in southern and eastern Europe since the 2000s, and by about 20 percent in Austria.



NEUE EUROPÄISCHE ZUSAMMENARBEIT FÜR REGIONALE WETTERVORHERSAGEN

NEW EUROPEAN COOPERATION FOR REGIONAL WEATHER FORECASTS



Vorhersagemodelle sind die Basis für die Arbeit des Vorhersageteams der ZAMG
Forecast models are the basis for the work of the ZAMG forecast team

Im April 2021 fand der erste internationale Workshop von ACCORD statt, mit rund 200 Expertinnen und Experten. In dem neu gegründeten Konsortium koordinieren 26 Länder aus Europa und Nordafrika die Entwicklung von numerischen Wettermodellen für die regionale Wettervorhersage, um noch genauere Prognosen und Warnungen zu entwickeln. Die ZAMG präsentierte beim Workshop neue Möglichkeiten, Wetterdaten zu gewinnen, zum Beispiel mit Hilfe von Richtfunkanlagen und fahrenden Zügen, sowie Methoden zur besseren Abschätzung des Gefahrenpotenzials von extremen Wetterereignissen.

In April 2021, the first ACCORD international workshop took place with around 200 experts. Within the newly formed consortium, 26 countries from Europe and North Africa are coordinating the development of numerical weather models for regional weather forecasting in order to develop even more accurate forecasts and warnings. At the workshop, ZAMG presented new ways of obtaining weather data – for example with the help of directional radio links and moving trains, as well as methods for better assessing the hazard potential of extreme weather events.



Das erste regionale Vorhersagemodell betrieb die ZAMG in Wien ab 1999. Es hatte eine horizontale Auflösung von 12 Kilometer und 31 vertikale Schichten. Das aktuelle Modell rechnet in einer Auflösung von 1,2 Kilometer in 90 Schichten

The first regional forecast model was run by ZAMG in Vienna from 1999. It had a horizontal resolution of 12 kilometres and 31 vertical layers. The current model calculates at a resolution of 1.2 kilometres in 90 layers.

NEUES FORSCHUNGSNETZWERK NEW RESEARCH NETWORK



universität
wien

Universität Wien und ZAMG starteten 2021 das Wiener Netzwerk für Atmosphärenforschung (Vienna Network for Atmospheric Research, VINAR), um die Forschung zu bündeln und zu intensivieren. Ziel ist, Wien zu einem führenden Forschungsstandort im Bereich der Atmosphären- und Klimaforschung zu machen. In den nächsten Jahren soll über VINAR die Grundlagenforschung zur Verbesserung der gemeinsam verwendeten Wettervorhersage-, Klima- und Ausbreitungsmodelle vorangetrieben werden.

In 2021, the University of Vienna and ZAMG launched the Vienna Network for Atmospheric Research (VINAR) to bundle and intensify research. The goal is to make Vienna a leading research location in the field of atmospheric and climate research. Over the next few years, VINAR will be used to advance basic research to improve the jointly used weather forecasting, climate and dispersion models.

2021 wurde die Warnstufe „Rot“ neun Mal ausgegeben. Die ZAMG verschickte 2.151.421 SMS mit Wetterwarnungen an Kunden und Partnerorganisationen.

In 2021, a “red” warning level was issued 9 times. ZAMG sent 2,151,421 SMS messages with weather warnings to customers and partner organisations.

NEUE WEB-WARNUNGEN FÜR ÖSTERREICH UND EUROPA NEW WEB WARNINGS FOR AUSTRIA AND EUROPE



Im Juli 2021 präsentierten der damalige Wissenschaftsminister Heinz Faßmann, der ehemalige ZAMG-Direktor Michael Staudinger und der neue provisorische Leiter Andreas Schaffhauser die zwei neu gestalteten Warnplattformen.
In July 2021, the then Minister of Science Heinz Faßmann, the former ZAMG Director Michael Staudinger and the new acting Director Andreas Schaffhauser presented the two newly designed warning platforms.

Auf zamg.at/warnungen liefert die ZAMG seit 2021 auswirkungsorientierte Wetterwarnungen für Österreich. Die reinen Zahlenwerte von Parametern wie Windgeschwindigkeit, Regen- und Schneemenge stehen nicht mehr ausschließlich im Mittelpunkt. Es werden auch verstärkende oder abschwächende Faktoren hinsichtlich der Auswirkungen der Wettersituation herangezogen und bewertet, wie die Jahres- und Tageszeit, Belaubung der Bäume und die Vorbelastung einer Region.

Die von der ZAMG koordiniert offizielle europaweite Plattform für Wetterwarnungen meteoalarm.org wurde 2021 völlig überarbeitet, um sie optimal an neue Anforderungen bezüglich Technik und Warnphilosophie anzupassen. Hier laufen die Wetterwarnungen aus 37 Ländern in 33 Sprachen zusammen.

Since 2021, ZAMG has been providing impact-oriented weather warnings for Austria at zamg.at/warnungen. The numerical values of parameters such as

wind speed, rainfall and snowfall are no longer the sole focus. Enhancing or mitigating factors regarding the effects of weather are also used and evaluated, such as the time of year and day, tree foliage, and the predisposition of a region.

The official Europe-wide platform for weather warnings meteoalarm.org, coordinated by ZAMG, was completely overhauled in 2021 in order to optimally adapt it to new requirements with regard to technology and warning philosophy. The platform incorporates weather warnings from 37 countries in 33 languages.

FRÜHWARNSYSTEM FÜR NUTZPFLANZEN MIT CITIZEN SCIENCE EARLY WARNING SYSTEM FOR CROPS WITH CITIZEN SCIENCE



Die Daten von Naturbeobachtungen aus der Bevölkerung über die kostenlose App „ZAMG Naturkalender“ gehen in zahlreiche Forschungsprojekte und Anwendungen ein. *The data of nature observations from the population via the free app “ZAMG Nature Calendar” is used in numerous research projects and applications.*

Das im Oktober 2021 abgeschlossenen Projekt PhenObserve entwickelte ein Frühwarnsystem vor Frost bei Apfelbäumen und vor Trockenstress bei Mais. Dazu kombinierte das Forschungsteam Daten der europäischen Sentinel-Satelliten, die die Erde mit bis zu zehn Meter Auflösung vermessen, mit Beobachtungsmeldungen der Bevölkerung. Je mehr Beobachtungen zur Verfügung stehen, desto genauer lässt sich der aktuelle Entwicklungsstand der Pflanz-

zen feststellen und somit auch die Anfälligkeit auf extremes Wetter, wie Frost oder Trockenheit. An dem zweijährigen Projekt arbeiteten ZAMG (Leitung), Joanneum Research und Cloudflight Austria, finanziert von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

The PhenObserve project, completed in October 2021, developed an early warning system for frost in apple trees and drought stress in corn. To do this, the research team combined data from the European Sentinel satellites, which measure the Earth with a resolution of up to ten metres, with observation reports from the general population. The more observations available, the more accurately the current stage of development of the plants can be determined, and thus their susceptibility to extreme weather, such as frost or drought. ZAMG (lead), Joanneum Research and Cloudflight Austria all worked on the two-year project, funded by the Austrian Research Promotion Agency (FFG).

ASDR NATURGEFAHRENTAGUNG

ASDR NATURAL HAZARDS CONFERENCE



Die Naturgefahrenntagung im Herbst 2021 im steirischen Öblarn behandelte unter anderem Vorsorgemaßnahmen und die Zusammenarbeit im Ernstfall zu den Themen Hochwasser, Lawinen und Muren. Organisiert wurde die Tagung von der österreichischen Plattform des internationalen Programms für Katastrophenvorsorge der Vereinten Nationen (ASDR), die in Österreich von der ZAMG koordiniert wird, sowie vom Land Steiermark, der Marktgemeinde Öblarn, der KLAR! Zukunftsregion Ennstal und MOOSMOAR Energies.

The natural hazards conference in autumn 2021 in Öblarn, Styria, dealt, among other things, with precautionary measures and cooperation in the event of an emergency with regard to floods, avalanches and mudflows. The meeting was organised by the UN's Austrian platform for disaster risk reduction (Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction, ASDR), which is coordinated in Austria by ZAMG, as well as by the Province of Styria, the town of Öblarn, KLAR! Future Region Ennstal and MOOSMOAR Energies.

Sieger des Naturgefahrenntagung-Klimawandel-Awards 2021, mit Publikums- und Fachjury, war ein Projekt der Buckligen Welt, bei dem mit kleinen, naturnahen Auffangbecken in Gräben und Becken die Muren- und Verklausungsgefahr deutlich reduziert wird. *The winner of the Natural Hazards Conference Climate Change Award 2021, chosen by a public and expert jury, was a project in the Bucklige Welt region that uses small, near-natural catchments in ditches and basins to significantly reduce the risk of mudslides and clogging.*

WERTVOLLE EHRENAMTLICHE ARBEIT VALUABLE VOLUNTEER WORK



50 Jahre ehrenamtliche Wetterbeobachtung: Aurelia und Reinold Matt an der Wetterstation Schopperrau mit Manfred Bauer, Leiter der ZAMG Vorarlberg und Tirol. *50 years of volunteer weather monitoring: Aurelia and Reinold Matt at the weather station Schopperrau with Manfred Bauer, Head of ZAMG Vorarlberg and Tyrol.*

Nicht alle Wettergrößen können automatisch erfasst werden. Deshalb braucht es Freiwillige, die mehrmals täglich das Wetter beobachten, zum Beispiel die Art des Niederschlags, Schneehöhe, Sichtweite, Erdbodenzustand und Beobachtungen wie Nebel, Reif und Hagel. 2021 gab es zwei beachtliche Jubiläen: Über 30 Jahre beobachtete Angelika Kern in Achenkirch am Achensee für die ZAMG das Wetter. Sogar 50 Jahre Wetterbeobachtung hatten Aurelia und Reinold Matt in Schopperrau im Bregenzer Wald vorzuweisen. Ein herzliches Dankeschön an alle, die mit ihrer ehrenamtlichen Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Erfassung von Wetter, Klima und Phänologie leisten!

Not all weather variables can be captured completely automatically. Volunteers are therefore needed to monitor the weather several times a day – for example, the type of precipitation, snow depth, visibility, ground conditions, and observations such as fog, frost, and hail. 2021 saw two notable anniversaries. For more than 30 years, Angelika Kern observed the weather for ZAMG in Achenkirch on Lake Achen. Aurelia and Reinold Matt in Schopperrau in the Bregenzer Forest did the same for 50 years. A big thank-you to everyone whose volunteer work is making a significant contribution to the recording of weather, climate and phenology!

155 Schulklassen beteiligten sich 2021 über wettermelden.at am Citizen Science Award mit 5.000 Meldungen und Fotos.

155 school classes participated in the Citizen Science Award in 2021 via wettermelden.at with 5,000 reports and photos.

GRENZÜBERGREIFENDE WARNUNG VOR NATURGEFAHREN CROSS-BORDER WARNING OF NATURAL HAZARDS



CROSSRISK liefert Warnungen, Vorhersagen und interaktive Auswertungen von Extrem-Niederschlägen. *CROSSRISK provides warnings, forecasts and interactive evaluations of extreme precipitation events*

Im 2021 abgeschlossenen Projekt CROSSRISK entwickelten sieben Organisationen aus Slowenien und Österreich unter der Leitung der ZAMG neue einheitliche Vorhersage- und Warnsysteme für Naturgefahren im Zusammenhang mit Regen (Überflutungen) und Schnee (Schneelast und Lawinengefahr). Zu-

sätzlich wurde der Einfluss des Klimawandels auf diese Naturgefahren untersucht. Alle Informationen und Daten stehen der Bevölkerung auf www.crossrisk.eu in den Sprachen Deutsch, Slowenisch und Englisch kostenlos zur Verfügung.

In the CROSSRISK project, completed in 2021, seven organisations from Slovenia and Austria, led by ZAMG, developed new unified forecasting and warning systems for natural hazards related to rain (flooding) and snow (snow load and avalanche hazard). The influence of climate change on these natural hazards was also investigated. All the information and data are available to the public free of charge at www.crossrisk.eu in German, Slovenian and English.



Alexander Podesser
Leiter der ZAMG Steiermark
Alexander Podesser
Head of ZAMG Styria



LAWINENWARNDIENSTE AVALANCHE WARNING SERVICES

Welche Neuerungen brachte das Jahr 2021?

Ein wichtiger Schritt war die noch engere Zusammenarbeit unter den Lawinenwarndiensten. In einem von der ZAMG entwickelten System werden die täglichen Lawinenlageberichte in neuem Layout einheitlich dargestellt. Neu sind dabei auch dynamische Regionen, bei denen je nach Wetter- und Lawinensituation die regionalen Ausschnitte zusammengestellt werden. Außerdem veranstalteten wir zahlreiche Ausbildungskurse und gemeinsam mit den Naturfreunden Österreich das 4. Internationale Lawinensymposium in Graz.

Wie haben sich die Anforderungen in den letzten Jahren geändert?

Das gesamte System der Lawinenwarndienste ist deutlich aufwändiger geworden. Früher gab es einen Lawinenlagebericht pro Bundesland. Heute erstellen wir je nach Situation täglich Berichte für vier bis fünf Regionen pro Bundesland, mit detaillierten Informationen zu Gefahrenmustern, Schneedecke und Wetter. Außerdem wird das Messnetz, welches unter lawis.at für ganz Österreich dargestellt wird, immer dichter. Die mittlerweile 450 Stationen in teils entlegenen Gipfelregionen müssen regelmäßig gewartet werden. Dazu

kommt die Betreuung von immer mehr Infokanälen über Social Media und Blogs.

Wie könnte die Zukunft der Lawinenwarnungen aussehen?

Ein sehr spannender Bereich sind lokale Lawinenprognosen. Wir versuchen in Pilotprojekten, mit Computermodellen die Meteorologie, die Schneenumwandlung und Geländeinformationen zu kombinieren und zu berechnen, wie groß die Wahrscheinlichkeit eines Lawinenabgangs ist und wie weit die Lawine vordringen könnte. Das sind sehr aufwändige Verfahren und daher vorerst nur für einzelne Lawenstriche verfügbar. Bei Tests auf der Veitsch in der Steiermark hatten wir dazu schon vielversprechende erste Ergebnisse.

What was new in 2021?

One important step was the even closer cooperation between the avalanche warning services. In a system developed by ZAMG, the daily avalanche situation reports are presented uniformly in a new layout. Also new are dynamic regions, with the regional sections compiled depending on the weather and avalanche situation. We also organised numerous training courses and, together with Naturefriends Austria, the 4th International Avalanche Symposium in Graz.



Die ZAMG betreut die Lawinenwarndienste für die Steiermark, Niederösterreich und die Niederösterreichischen Landesbahnen. Mit den anderen Lawinenwarndiensten Österreichs besteht eine enge Zusammenarbeit bezüglich Wetterdaten und Lawinenportalen. Infos auf www.lawinen.at. ZAMG is in charge of the avalanche warning services for Styria, Lower Austria and Lower Austrian Railways (NÖLB). It also cooperates closely with the other Austrian avalanche warning services with regard to weather data and web portals. For information visit www.lawinen.at.

How have the requirements changed in recent years?

The entire avalanche warning system has become much more elaborate. In the past, there was one avalanche situation report per province. Today, we produce daily reports for four to five regions per state, depending on the situation, with detailed information on hazard patterns, snow cover and weather. In addition, the measurement network, which is displayed at

lawis.at for the whole of Austria, is becoming increasingly dense. The 450 stations, some of which are located in remote summit regions, require regular maintenance. We also maintain an increasing number of information channels via social media and blogs.

What might the future of avalanche warnings look like?

Local avalanche forecasts are a very

exciting area. In pilot projects, we are trying to use computer models to combine meteorology, snow transformation, and terrain information to calculate the probability of an avalanche and how far the avalanche could travel. These are very complex procedures and are therefore only available for individual avalanche strips for the time being. Tests on the Veitsch in Styria have already produced promising initial results.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG ANSPRECHPERSON
ACHILLES	Generierung einer räumlichen Information über den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre aus Sentinel-1-Daten	EOG GmbH		FFG - ASAP	Stefan Schneider
ACube4Floods	Untersuchung ob kleinräumige Überflutungen mit Sentinel Daten detektierbar sind und wo Systemgrenzen liegen	TU Wien		FFG - ASAP	Stefan Schneider
AWaKE	Development of a machine learning based forecasting framework suitable for short to medium-range forecasts	ZAMG	TU Wien, ZHAW	FFG - Industrienahe Dissertationen 2016	Irene Schicker
Cli OP Thaya	Untersuchung der Klimawandel-Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Thaya-Einzugsgebiets bis 2050	Land NÖ	ZAMG	EU - INTERREG AT-CZ	Klaus Haslinger
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	Alexander Beck
COST Action OPENSENSE	Nutzbarmachung/ Anwendung von "opportunistischen" Sensoren zur hochaufgelösten Niederschlagserfassung	Czech Technical University		EC - COST	Alexander Kann
CROSSRISK	Öffentliche Warnungen - Verminderung von Risiken in Zusammenhang mit Regen und Schnee	ZAMG	Länder Stmk. u. Ktn., FH Joanneum, ARSO, ZRC-SAZU, Uni Maribor	EU - INTERREG SI-AT	Andreas Gobiet
DS-SNOW	Downscaling Sentinel-3 Snow Cover Data for Meteorological and Hydrological Applications	Enveo IT GmbH	ZAMG	FFG - ASAP	Marc Olefs
E-NWC	Kooperation zwischen Nowcasting-Experten, Aufgreifen aktueller Themen in Nowcasting-Entwicklungen	ZAMG		EUMETNET	Franziska Schmid
EMMA V Meteoalarm	Harmonisierung und Standardisierung von Warnungen, Implementierung auswirkungsorientierter Warnungen	ZAMG		EUMETNET	Rainer Kaltenberger
EUMETNET OPERA 5	Generierung qualitätskontrollierter Volumendaten und Erstellung von Niederschlags-Europa-Composites	FMI	ZAMG, Meteo-France, SMHI, KNMI, DWD, DHMZ	EUMETNET	Lukas Tüchler
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
FTRANS-ALP	Critical review and analysing of the current multi-hazard risk assessment approaches for mountainous regions	EURAC		EC - DG-ECHO	Christoph Matulla
FUSEDCAST	A severe weather nowcasting prototype based on a fused data approach	ZAMG		EUMETSAT Fellowship	Alexander Kann
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	Alexander Kann
HYMID	Verbesserung der Unterscheidung der Niederschlagsart aus Radaraten	ZAMG	Austro Control GmbH	FFG - BRIDGE	Lukas Tüchler
INADEF	GIS-Frühwarnsystem für Auslösung von Muren	Università di Padova	ZAMG	EU - INTERREG V-A Italien-Österreich	Christoph Zingerle
LAETITIA	Modellboden (Temperatur u. Feuchtegehalt) wird realistischer modelliert. Ziel: Datensatz für Nutzer	ZAMG	BOKU	FFG - ASAP	Stefan Schneider
LINK	Untersuchung des Nutzens von Richtfunkdaten eines Handynetzbetreibers für Niederschlagskurzfristvorhersagen	FH St. Pölten	ZAMG	BMVIT - FFG KIRAS	Christoph Wittmann
MEDEA	Extreme Events detection for renewable energy using data driven methods	ZAMG		Klima und Energiefonds-ACRP	Irene Schicker
Myanmar	Im Auftrag von WMO/Weltbank werden die Warnkapazitäten von Myanmars Wetterdienst DMH verbessert	ZAMG		WMO - Weltbank	Rainer Kaltenberger
Nowcasting-SAF 2017+	Ableitung von Produkten aus europäischen Satellitendaten, die für Kurzfristvorhersagen nützlich sind	AeMet	Meteo-France, SMHI	EUMETSAT	Alexander Jann
RaDoLive	Vorarbeiten für ein neues Wetterradar im Raum Osttirol/Südtirol/Nordtiroler Grenzkamm	Land Tirol	ZAMG	INTERREG Programm V ITA-AUT - Dolomiti Live	Manfred Bauer
reclip:convex	Untersuchung von konvektiven Ereignissen in regionalen Klimasimulationen in hoher Auflösung	ZAMG		KLIEN - ACRP	Awan Nauman Khurshid
SAME-AT 2	AROME Modell-Weiterentwicklung um besser aufgelöste Vertikalprofile für die Atmosphärenkorrektur zu erhalten	ZAMG		FFG - ASAP	Michael Avian
SOCLNOW-AI	Exploration of the application of machine learning to optimally leverage on heterogenous sensor data and NWP models	ZAMG	Uni Aalto, Verbund Energy4Business GmbH	FFG - ASAP	Irene Schicker
TINIA	Verbesserung der grenzüberschreitenden Wetterprognosen u. Tool-Entwicklung zur Erstellung von Textprognosen	EVTZ	ZAMG	EU - INTERREG V-A Italien-Österreich	Harald Schellander
Train	Assimilierung von Daten von fahrenden ÖBB Zügen und ihr Einfluss auf AROME-RUC Vorhersagen	TU Wien	ZAMG	BMVIT - ASAP	Florian Weidle
VERITAS-AT	Warnsystem-Verbesserung/Verfeinerung mittels Satellitendaten für Vorhersage städtischer Extremevents	ZAMG		FFG - ASAP	Sandro Oswald

2021 KLIMA

FREIER ZUGANG ZU HOCHWERTIGEN DATEN

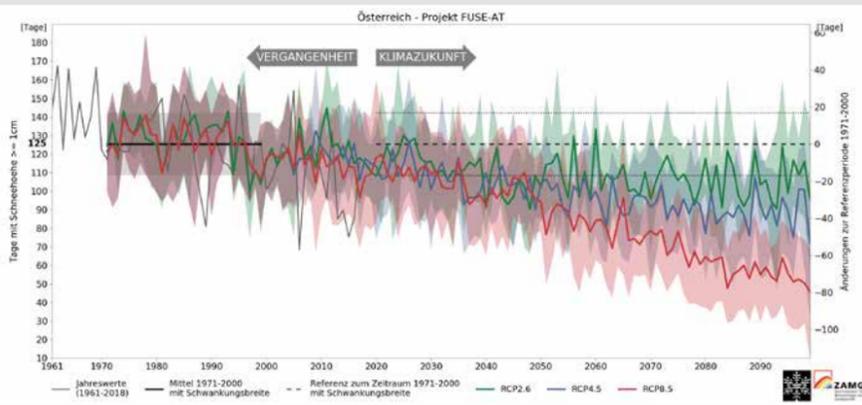
Seit Oktober 2021 sind hochwertige Daten zahlreicher ZAMG-Wetterstationen seit Messbeginn kostenlos über data.hub.zamg.ac.at abrufbar. Bisher war ein Großteil der Wetterdaten kostenpflichtig. Das änderte sich in Europa durch einen neuen Rechtsrahmen der EU für Daten des öffentlichen Sektors (Public Sector Information, PSI). Dabei werden der Umgang und die Verwendung von Daten und Informationen des öffentlichen Sektors europaweit einheitlich neu geregelt. Der Prozess wurde durch eine Richtlinie 2019 eingeleitet und ist noch nicht zur Gänze abgeschlossen. Die ZAMG ist Österreichs Kompetenzzentrum für das Messen, Bearbeiten und Prüfen von meteorologischen und geophysikalischen Daten. Einige Messreihen reichen mehr als 200 Jahre zurück und zählen zu den weltweit längsten hochwertigen Datensätzen. Um hochwertige Wetterdaten zu erheben, muss langfristig garantiert sein, dass die Messungen nach internationalen Kriterien stattfinden, die Sensoren regelmäßig gewartet werden, die Daten in einem einheitlichen Qualitätsmanagement geprüft und harmonisiert werden sowie in einem effizienten Datenmanagement abgelegt und verwaltet werden.

FREE ACCESS TO HIGH-QUALITY DATA

Since October 2021, high-quality data from numerous ZAMG weather stations since the start of measurements has been available free of charge via data.hub.zamg.ac.at. Previously, much of the weather data had to be paid for. This changed in Europe with a new EU legal framework for public sector information (PSI). The handling and use of data and information in the public sector will now be regulated uniformly throughout Europe. The process was initiated by a 2019 directive and is not yet complete. ZAMG is Austria's centre of excellence for the measurement, processing and verification of meteorological and geophysical data. Some measurement series go back more than 200 years and are among the world's longest high-quality data sets. In order to collect high-quality weather data, it must be guaranteed in the long term that the measurements take place according to international criteria, that the sensors are regularly maintained, that the data is checked and harmonised in a uniform quality management system, and that it is stored and administered in an efficient data management system.



VERGANGENHEIT UND ZUKUNFT DES SCHNEES THE PAST AND FUTURE OF SNOW



Je weniger globaler Klimaschutz, desto stärker der langfristige Rückgang der Schneedeckendauer in Österreich
The less global climate protection, the stronger the long-term decline in snow-cover duration in Austria

Das 2021 abgeschlossene Projekt FuSE-AT zeigt erstmals für die gesamte Fläche Österreichs die Entwicklung der Schneelage seit 1961 sowie für drei unterschiedliche Klimaszenarien bis zum Jahr 2100. Es wurde vom ACRP finanziert und von ZAMG (Leitung), Universität Innsbruck, Climate Change Centre Austria und Schneezentrum Tirol durchgeführt. Für die Vergangenheit zeigt die Studie im Mittel über die gesamte Fläche Österreichs eine Abnahme der Schneedeckendauer seit 1961 um 40 Tage, mit einer besonders starke Abnahme unterhalb von 1.500 Meter Seehöhe. Ein Beispiel für die Zukunft: In Höhenlagen von 500 bis 1.000 Meter ist ohne globalen Klimaschutz (Klimaszenario

RCP8.5) bis zum Jahr 2100 eine weitere Abnahme der Schneedeckendauer um 60 Prozent zu erwarten. Bei Einhaltung des Paris-Zieles (RCP2.6) geht die Schneedeckendauer um 20 Prozent zurück. FuSE-AT enthält neben Schneehöhe und Schneedeckendauer auf 84.000 Datenpunkten in Österreich unter anderem auch Daten zum Potenzial für technische Beschneigung.

The FuSE-AT project, which was completed in 2021, showed for the first time the development of snow conditions for the whole of Austria since 1961 and for three different climate scenarios up to the year 2100. It was funded by ACRP and carried out by ZAMG (lead), the University

of Innsbruck, the Climate Change Centre Austria and Schneezentrum Tirol. For the past, the study shows an average decrease of 40 days in snow cover duration throughout Austria since 1961, with a particularly strong decrease below 1500 metres above sea level. An example for the future: At altitudes of 500 to 1000 metres, without global climate protection (climate scenario RCP8.5), a further decrease in snow-cover duration of 60 percent is expected by the year 2100. If the Paris target (RCP2.6) is met, snow cover duration will decrease by 20 percent. In addition to snow depth and snow-cover duration on 84,000 data points in Austria, FuSE-AT also contains data on the potential for technical snowmaking.



„28. December 1762, frigus maximus, Barometer 27° 2´“: Mit dieser Eintragung im Klimatagebuch der Sternwarte Kremsmünster begann eine der längsten ununterbrochenen meteorologischen Messreihen der Welt. Kremsmünster zählt mit den Wetterstationen Stift Zwettl (Messungen seit 1833), Wien Hohe Warte (1872), Innsbruck Universität (1877), Sonnblick (1886) und Graz Universität (1894) zu den Jahrhundert-Wetterstationen (Centennial Observing Stations) der Weltorganisation für Meteorologie.

“28 December 1762, frigus maximus, barometer 27° 2´.” This entry in the climate diary of the Kremsmünster observatory marked the beginning of one of the longest uninterrupted meteorological measurement series in the world. Together with the Stift Zwettl (measurements since 1833), Vienna Hohe Warte (1872), Innsbruck University (1877), Sonnblick (1886) and Graz University (1894) weather stations, Kremsmünster is one of the Centennial Observing Stations of the World Meteorological Organization.

GLETSCHER SCHMOLZEN WENIGER STARK GLACIERS MELTED LESS



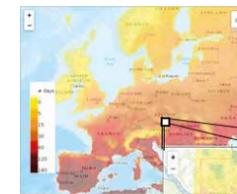
Ermittlung der Schneedichte zur Berechnung der Massenbilanz des Gletschers.
Determination of snow density to calculate the mass balance of the glacier.

Die Gletscher in den Hohen Tauern starteten 2021 mit bis zu 20 Prozent mehr Schnee in das Sommerhalbjahr als im Durchschnitt. Daher überdauerte mehr Altschnee die Schmelzperiode als in den vorhergegangenen Jahren. Nichtsdestotrotz verloren die Gletscher auch 2021 wieder an Masse, aber in einem geringeren Umfang als im langjährigen Durchschnitt. Am Sonnblick verlor das Kleinfleißkees im abgelaufenen Gletscherjahr eine Masse, die einer Änderung von 0,3 Meter Wasserhöhe entspricht, am Goldbergkees waren es rund 0,5 Meter.

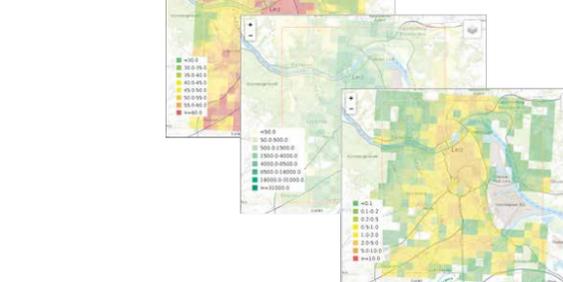
The glaciers in the Hohe Tauern started the summer half-year in 2021 with up to 20 percent more snow than average. The glaciers therefore thawed out relatively late in the summer and more old snow survived the melting period than in previous years. Nevertheless, glaciers lost mass again in 2021, but to a lesser extent than the long-term average. On Sonnblick, the Kleinfleißkees lost a mass corresponding to a change of 0.3 metres in water height in the past glacier year, while on Goldbergkees it was approximately 0.5 metres

Die 30-Grad-Marke wird mittlerweile um durchschnittlich elf Tage früher im Jahr erreicht als noch vor einigen Jahrzehnten.

The 30-degree mark is now reached an average of eleven days earlier in the year than a few decades ago.



KLIMA-STADTPLANUNGS-TOOL FÜR DIE ÖFFENTLICHKEIT CLIMATE URBAN PLANNING TOOL FOR THE PUBLIC



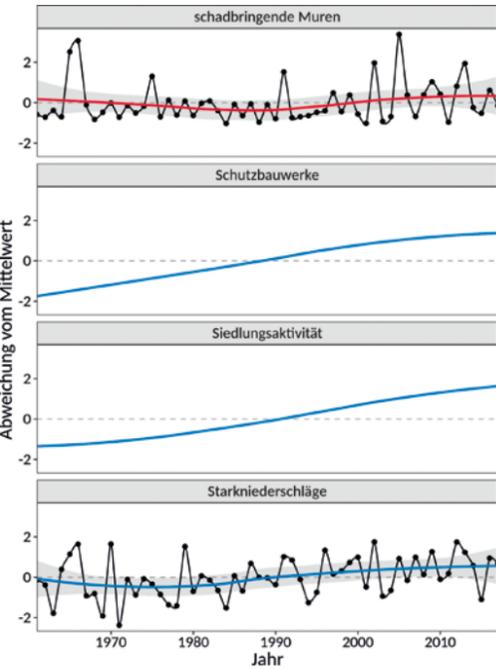
In dem Projekt wurden auch detaillierte Simulationen für Linz durchgeführt, um die zukünftige Hitzebelastung im Rahmen möglicher Anpassungsmaßnahmen zu untersuchen. As part of the expert analysis, detailed simulations were also performed for Linz to investigate future heat stress in the context of possible adaptation measures.

Das Ziel des EU-Horizon-2020-Projekts CLARITY war, Informationen über den Klimawandel und seine städtischen Folgen leicht zugänglich und verständlich einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen und Anpassungsmaßnahmen aufzuzeigen, um Entscheidungsträger bei der Planung von Infrastrukturprojekten zu unterstützen. Die Stadtmodellierungsgruppe der ZAMG

berechnete in dem Projekt europaweit verschiedene Klimaindizes bezüglich Hitze, Überflutung, Dürre und Sturm für das aktuelle Klima sowie für die Zukunft mit drei möglichen Emissionsszenarien.

The goal of the EU Horizon 2020 CLARITY project was to make information about climate change and its urban consequences easily accessible and understandable to a broad public and to identify adaptation measures to support decision-makers in planning infrastructure projects. In the project, ZAMG's urban modelling group calculated various climate indices related to heat, floods, droughts, and storms to illustrate the hazard analysis for Europe, for the current climate as well as for the future with three possible emission scenarios.

SCHADBRINGENDE MUREN IM KLIMAWANDEL DAMAGING DEBRIS FLOWS DURING CLIMATE CHANGE

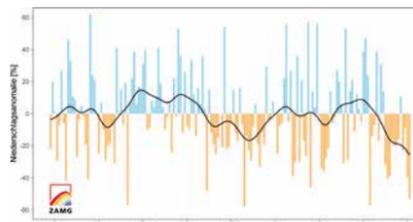


Die Studie untersuchte Daten von rund 12.000 Muren, die im Zeitraum 1961 bis 2017 Schäden verursachten. Muren ohne Schäden wurden nicht berücksichtigt.
The study examined data from about 12,000 mudslides that caused damage between 1961 and 2017. Debris flows without damage were not considered.

Die Universität für Bodenkultur Wien und die ZAMG veröffentlichten 2021 die bisher umfassendste Studie in Österreich über Muren, die Schäden verursachen. Ergebnis: Starkregen-Ereignisse als typische Auslöser derartiger Ereignisse wurden in den letzten sechs Jahrzehnten häufiger und Siedlungen drangen immer weiter in exponierte Lagen vor. Trotzdem gab es keine Veränderung der Anzahl, Größe und Saisonalität von Schaden verursachenden Muren. Der Grund liegt in der Zunahme von Schutzbauwerken mit hoher Effektivität. Seit den 1960er-Jahren hat sich die vom forsttechnischen Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung errichtete Zahl an Schutzbauten in Österreich nahezu verdreifacht. Dadurch wurde eine Zunahme von schadbringenden Muren verhindert.

In 2021, the University of Natural Resources and Life Sciences Vienna and ZAMG published the most comprehensive study to date on damage-causing debris flows in Austria. The study's conclusion: Heavy rainfall events, as typical triggers of such debris flows, have become more frequent over the last six decades and settlements have penetrated further and further into exposed locations. Nevertheless, there was no change in the number, size, and seasonality of damaging debris flows. The reason lies in the increase in the number of protective structures with high effectiveness. Since the 1960s, the number of protective structures built by the Austrian Service for Torrent and Avalanche Control has almost tripled, preventing an increase in damaging mudslides.

DÜRREMONITORING IM ALPENRAUM DROUGHT MONITORING IN THE ALPINE REGION



In den letzten 163 Jahren brachten März und April in Österreich nur drei Mal weniger Niederschlag als 2021.

In the last 163 years, there were only three times when there was less precipitation in March and April than in 2021.

Dürreepisoden stellen für die Land- und Forstwirtschaft, die Trinkwasserversorgung und andere Sektoren eine enorme Herausforderung dar und viele Zusammenhänge sind noch immer nicht zufriedenstellend erforscht. Daher haben Italien, Slowenien, Frankreich, Schweiz, Deutschland und Österreich Ende 2019 das Projekt Alpine Drought Observatory (ADO) gestartet. Ziel ist, ein umfangreiches Dürremonitoring-System für den Alpenraum sowie Methoden zum Thema Wasser- und Risikomanagement zu entwickeln. In Österreich und Slowenien fanden dazu 2021 die ersten nationalen Workshops statt.

Drought episodes pose an enormous challenge to agriculture, forestry, drinking water supplies, and other sectors, and many interrelationships are still not satisfactorily understood. Therefore the Alpine countries of Italy, Slovenia, France, Switzerland, Germany and Austria launched the Alpine Drought Observatory (ADO) project. The aim is to develop a comprehensive drought monitoring system for the Alpine region and concrete methods for water and risk management. In 2021, the first national workshops were held in Austria and Slovenia.

135 JAHRE MESSUNGEN AM SONNBLICK, 100 JAHRE AM DOBRATSCH 135 YEARS OF MEASUREMENTS ON SONNBLICK, 100 YEARS ON DOBRATSCH



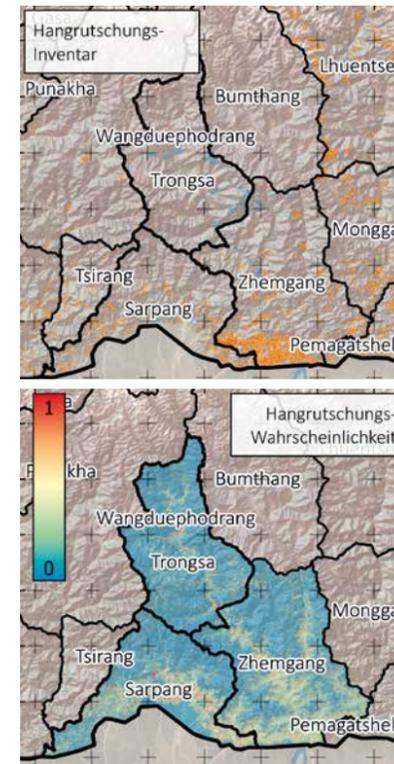
Tag der offenen Tür, Dobratsch September 2021
Open Day at Dobratsch in September 2021

1921 wurde auf dem Gipfel des Dobratsch (2.166 Meter Seehöhe) eine Wetterstation errichtet. Die Zusammenführung der Messreihen vom Dobratsch mit den homogenisierten Daten der ersten Gebirgswetterstation der Österreichisch-Ungarischen Monarchie auf dem Hochobir (seit 1851) bildet die längste durchgehende Gebirgsmessreihe der Ostalpen. Das Sonnblick Observatorium wurde am 2. September 1886 eröffnet, in 3.106 Meter Seehöhe und ist mittlerweile jedes Jahr Teil von rund 40 Forschungsprojekten.

In 1921, a weather station was built on the summit of Dobratsch (2,166 metres above sea level). The combination of the measurement series from Dobratsch with the homogenised data from the Austro-Hungarian monarchy's first mountain weather station on Hochobir (since 1851) forms the longest continuous mountain measurement series in the Eastern Alps. The Sonnblick Observatory was opened on 2 September 1886, at 3,106 metres above sea level, and is now part of around 40 research projects every year.

Online frei verfügbar: Die ZAMG Bibliothek digitalisierte 2021 die Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“ und die Jahresberichte des Sonnblick Vereins.
Freely available online: In 2021, the ZAMG library digitalised the "Austrian contributions to meteorology and geophysics" series and the annual reports of the Sonnblick Verein.

INTERNATIONALE KATASTROPHENVORSORGE INTERNATIONAL DISASTER RISK REDUCTION



Detektierte Hangrutschungen (oben) und modellierte Hangrutschungs-Eintrittswahrscheinlichkeit (unten) in Süd-Bhutan.
Detected landslides (upper picture) and modelled landslide occurrence probability (lower picture) in southern Bhutan.

2018 wurde das Projekt Earth Observation for Sustainable Development mit dem Schwerpunkt Disaster Risk Reduction an der ZAMG gestartet. Die Abteilungen Erdbeobachtung und Geoinformation/Klimaforschung behandeln Services zur Georisikobewertung (z.B. Hangrutschungen) von kritischer Infrastruktur (Straßen, Wasserversorgung), mit Projekten in Bhutan, Myanmar und der Dominikanischen Republik. Seit September 2021 läuft das Nachfolgeprojekt GDA-AID-DR (Global Development Assistance, Disaster Resilience) für EO-basierte Lösungen zur Einschätzung des Wetterphänomens Dzud, das in der Mongolei große Probleme in der Landwirtschaft und Weidewirtschaft verursacht. Die ZAMG entwickelt ein Service, das kritische Treiber mit Satellitendaten (Schneevertelung) und Reanalysen (Schneehöhe) charakterisiert.

In 2018, the Earth Observation for Sustainable Development project focusing on Disaster Risk Reduction was launched at ZAMG. The Earth Observation and Geoinformation/Climate Research departments handle services for geohazard assessment (e.g. landslides) of critical infrastructure (roads, water supply). Projects were carried out in Bhutan, Myanmar and the Dominican Republic. Since September 2021, ZAMG has been working in the follow-up project GDA-AID-DR (Global Development Assistance, Disaster Resilience) on EO-based solutions for assessing the Dzud weather phenomenon, which is causing major problems in agriculture and pasture management in Mongolia. ZAMG is developing a service that characterises critical drivers using satellite data (snow distribution) and reanalyses (snow depth).



Natalie Prüggle
Klimawandelanpassungs-Managerin der
KLAR! Zukunftsregion Ennstal (Öblarn, Mi-
chaelerberg-Pruggern, Sölk)

Natalie Prüggle
KLAR! Climate Change Adaptation Manager
Ennstal Future Region (Öblarn, Michaeler-
berg-Pruggern, Sölk)



REGIONALE ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL REGIONAL ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

Worum geht es bei „KLAR!“?

KLAR steht für „Klimawandel-Anpassungsmodellregionen“, ein Förderprogramm des Klima- und Energiefonds. Ziel ist, Regionen und Gemeinden die Möglichkeit zu geben, sich auf den Klimawandel bestmöglich vorzubereiten - also mittels Anpassungsmaßnahmen die negativen Folgen des Klimawandels zu minimieren und die sich eröffnenden Chancen zu nutzen.

Wo liegen die Schwerpunkte der KLAR Region Ennstal?

Wir haben seit 2017 bereits 20 Projekte umgesetzt, in den Schwerpunkten Katastrophenschutz und Infrastruktur, Forstwirtschaft und Biodiversität sowie Bildung. Ein ganz wichtiger Faktor ist, alle in der Region einzubinden, von den Behörden und Einsatzkräften über Schulen, Vereine und Betriebe bis zur gesamten Bevölkerung.

Wie läuft die regionale und bundesweite Zusammenarbeit?

Uns ist wichtig, den Wissenstransfer in beide Richtungen zu fördern. Also zum Beispiel die neuesten Forschungsergebnisse in die Region zu bringen und genauso unsere konkreten Anforderungen den bundesweiten Organisationen zu vermitteln, wie Universitäten und Ministerien. Ein erfolgreiches Beispiel ist die ASDR-Naturgefahrenntagung im Herbst 2021 in Zusammenarbeit mit der ZAMG. Hier kamen 130 Expertinnen und Experten aus den unterschiedlichsten

Bereichen in Öblarn zusammen. Die Themen reichten von Präventions- und Bewusstseinsbildungsmaßnahmen für Schulen, Bevölkerung und Entscheidungsträger (z. B. Selbstschutz bei Hochwasser), über Schulungen von Akteuren (z. B. Krisenkommunikation) bis zu langfristigen Maßnahmen für einen klimafitten Wald der Zukunft.

Ihr Tipp für Gemeinden?

Mitmachen! Die mittlerweile über 70 KLAR-Regionen in Österreich zeigen, wie wertvoll es ist, jemanden in der Gemeinde zu haben, der oder die sich um die vielen Schnittstellen kümmert, damit erfolgreiche Projekte zum Schutz der Bevölkerung und der Region entstehen können. Das steigert auch die Lebensqualität einer Region und schafft neue Arbeitsplätze.

What is “KLAR!” about?

KLAR stands for “Climate Change Adaptation Model Regions”, a funding programme of the Climate and Energy Fund. The aim is to give regions and communities the opportunity to optimally prepare for climate change – i.e. to minimise the negative consequences of climate change by means of adaptation measures and to take advantage of the opportunities that arise.

What are the focal points for the Ennstal KLAR region?

We have already implemented 20 projects since 2017, focusing on disaster management and infrastructure, forestry and



Wassererlebnis Öblarn: Das maßstabgetreue Modell von Öblarn, Walchenbach und den Retentionsflächen der Enns ermöglicht realitätsnahe Simulationen von Hochwasser, Muren und Verkläuerungen und eine einzigartige, spielerische Bewusstseinsbildung.
Water Experience Öblarn: The true-to-scale model of Öblarn, Walchenbach and the retention areas of the Enns River enables realistic simulations of floods, debris flows and backwaters and a unique, playful awareness-raising experience.

biodiversity, and education. A very important factor is to involve everyone in the region, from the authorities and emergency services to schools, clubs, businesses and the entire population.

How is the regional and nationwide cooperation going?

We consider it important to promote the transfer of knowledge in both directions – for example, bringing the latest research results to the regions and commu-

nicating our concrete requirements to the nationwide organisations, such as universities and ministries. One successful example is the ASDR Natural Hazards Conference in the autumn of 2021. Here, 130 experts from a wide range of fields came together in Öblarn. The topics included prevention and awareness-raising measures for schools, the population and decision-makers (e.g. self-protection in the event of flooding), the training of stakeholders (e.g. crisis commu-

nication) and long-term measures for the climate-smart forest of the future.

What is your tip for communities?

Take part! The now more than 70 KLAR regions in Austria show how valuable it is to have someone in the community who takes care of the many interfaces, so that successful projects for the protection of the population and the region can be created. This also increases the quality of life in a region and creates new jobs.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG ANSPRECHPERSON
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-/Energiefonds ACRP	Stefan Schneider
AlpSNOW	Wissenschaftl. User/ early Aadopter für zu entwickelndes alpenweites EO Schneeprodukt mittels SNOWGRID	Enveo	ZAMG	ESA	Marc Olefs
ARA	Creation of a first of its kind high resolution (2.5 km) reanalysis ensemble dataset for Austria	ZAMG	Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel	FFG - ASAP	Nauman Khurshid Awan
ATMO-ACCESS	Entwicklung gemeinsamer Aktivitäten/ Dienste zwischen diversen RI, die in der ESFRI-Roadmap enthalten sind	LaMP/Université Clermont Auvergne	ZAMG	EU - H2020	Elke Ludewig
Cesare	Erstellung einer nationalen Ereignis-/ Schadendatenbank als teilautomatisiertes, geschlossenes System	ZAMG	GBA, Joanneum Research, Spatial Services, BMI, BMLRT, 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	Christoph Matulla
CLARITY	Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency	AIT	ATOS, cismet GmbH, PLINIVS, SMHI,...	EU - H2020	Maja Zuvela-Aloise
clim_ect	Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen zur Klimawandelanpassung entlang der ÖBB-Bahnstrecken	TU Wien, IVS	ZAMG, TU Wien, BOKU	FFG (ÖBB, BMVIT, ASFINAG)	Christoph Matulla
COBS	CO2le Bäume und Sensoren - klimaregulierende Ökosystemleistungen erforschen und analysieren	Univ. Salzburg	ZAMG	FFG - Talente regional	Claudia Riedl
CSI PHÄNObiota	SchülerInnen erforschen im Bezirk Liezen das phänologische Reaktionsmuster invasiver Pflanzenarten	Naturpark Steirische Eisenwurz	ZAMG, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, die.wildbach, Berg- und Naturwacht Steiermark, Büro LACON	FFG - Talente Regional	Helfried Scheifinger
EEA_Tender_HRL_VPP	Land Surface Phenology Produkte für die European Environmental Agency	VITO	ZAMG	EEA - EEA tender call	Helfried Scheifinger
EUMETNET Climate	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 of hydrogeological processes	GBA	ZAMG, WLW	ÖAW	Angelika Höfler
FUSE-AT	Delivery of user-tailored scenarios of future snow cover and related hydrological quantities	ZAMG	Uni Innsbruck	Klima-/Energiefonds ACRP	Andreas Gobiet
GCW-Glaciers	Monitoring von Gletscherentwicklung/-massenbilanz und Schneechemie am Sonnblick und auf der Pasterze	ZAMG		BMNT	Anton Neureiter
GCW-Permafrost	Sonnblick als Supersite im GCW-Netzwerk	ZAMG	TU Wien, Georesearch	BMNT	Stefan Reisenhofer
Images of Change	Visualizing climate change causes in an inter- and transdisciplinary co-creation process for young people	Umweltbundesamt	ZAMG	Klima-/Energiefonds ACRP	Rosmarie DeWit
KLAR! 2021	Unterstützung der im KLAR! Programm des Klima- und Energiefonds einreichenden Gemeindeverbände	ZAMG		Klima-/Energiefonds KLAR!	Annemarie Lexer
LUCRETIA	The role of Land Use Changes on the development of intra-urban heat islands	ZAMG		Klima-/Energiefonds ACRP	Maja Zuvela-Aloise
Perma_HT	Monitoring von Permafrostbereichen (Sturz-, Rutsch- und Gleitprozesse) im Nationalpark Hohe Tauern	Uni Graz	ZAMG, Uni Graz	Nationalpark Hohe Tauern	Michael Avian
PhenoObserv	Aufbereitung von Sentinel 2 und 3 Vegetationsbeobachtungen zur Berechnung von Vegetationsparametern	ZAMG	Joanneum Research Graz, Catalysts	FFG - ASAP	Helfried Scheifinger
SatGrass	Estimation of yield and quality of Austrian grasslands in terms of area and ecological importance using EO data	ÖAG	ZAMG	FFG - ASAP	Klaus Haslinger
SENSUS	FairAdapt analysis impacts of climate change adaptation policies to private households in City of Vienna.	BOKU	ZAMG	WWTF	Maja Zuvela-Aloise
SPIRIT 2019	Climate modellers, meteorologists and climate service providers address questions concerning precipitation extremes	Uni Graz	ZAMG	Klima-/Energiefonds ACRP	Andreas Gobiet
SR Tourism	ZAMG Beitrag zum "APCC Special Report on tourism, large culture and sport events and climate".	BOKU	Joanneum Research, ZAMG	Klima-/Energiefonds ACRP	Marc Olefs
SustainableForestry	Kostenfunktions-Erstellung inkl. Klimawandel-Risikofaktoren, welche zu Produktionsausfällen führen könnten	ZAMG		Land NÖ	Christoph Matulla
Urban Green Lab	SchülerInnen wird das System Stadtklima - Grünraumplanung - Biodiversität näher gebracht	MK Landschaftsarchitektur e.U.	ZAMG	FFG	Rosmarie DeWit
VerBewIng	Entwicklung von Methoden zur verformungsbasierten Beurteilung von Ingenieurtragwerken	AIT	ZAMG, Schimetta Consult ZT, 4D-IT GmbH	FFG	Matthias Schlögl
WaterStressAT	Changes in Austrian Water demand and changes in respect to climate change.	IIASA	ZAMG	Klima-/Energiefonds ACRP	Nauman Khurshid Awan
WETRAX PLUS	Handlungsempfehlungen für Entwicklung der Klimawandelanpassungsstrategie für die Wasserwirtschaft	TU-Wien	Tu Wien, BMLRT, BOKU, EODC, BfW	BMLFUW	Klaus Haslinger

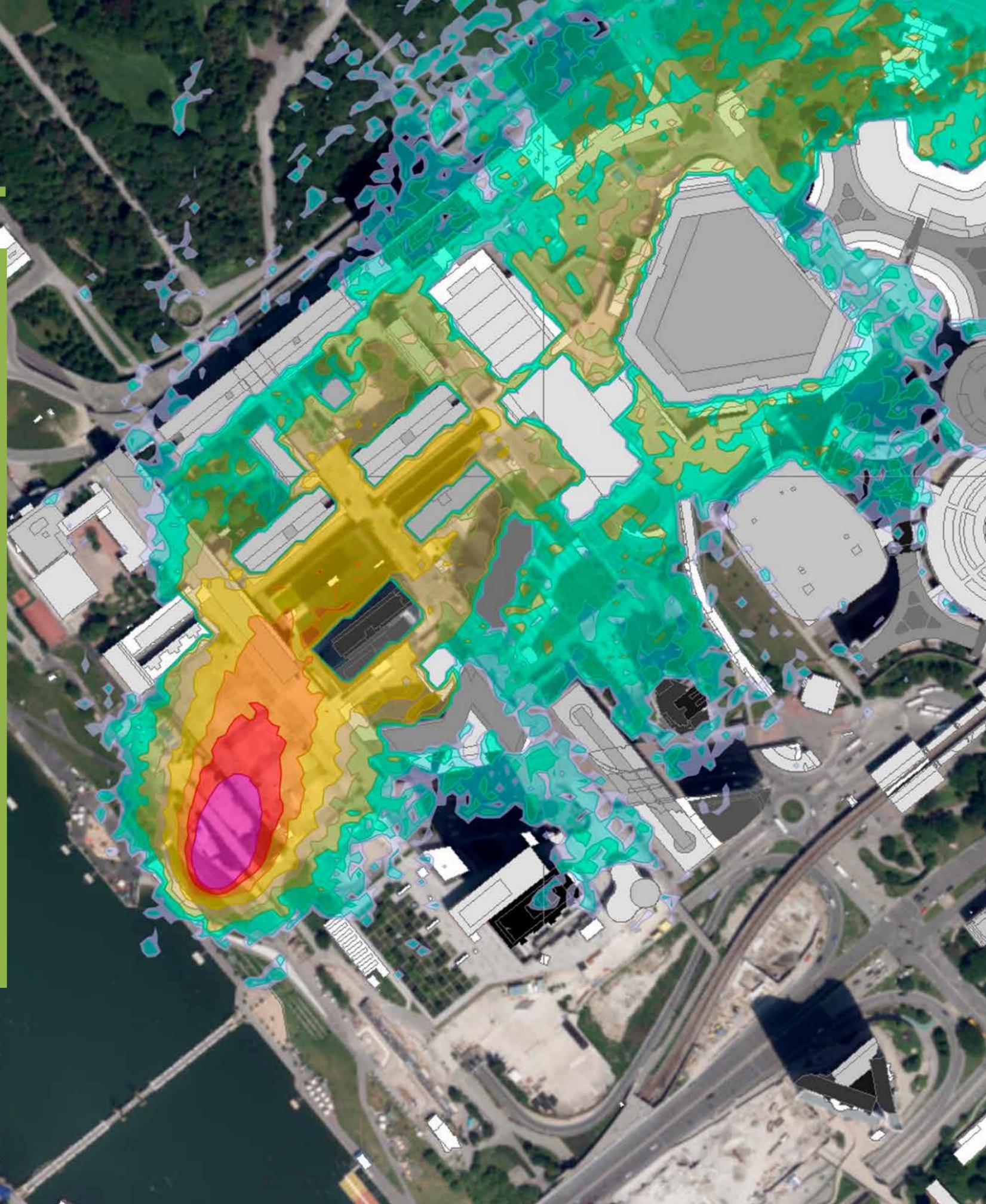
2021 UMWELT

AUSBREITUNG VON ABC KAMPFMITTELN BERECHNEN

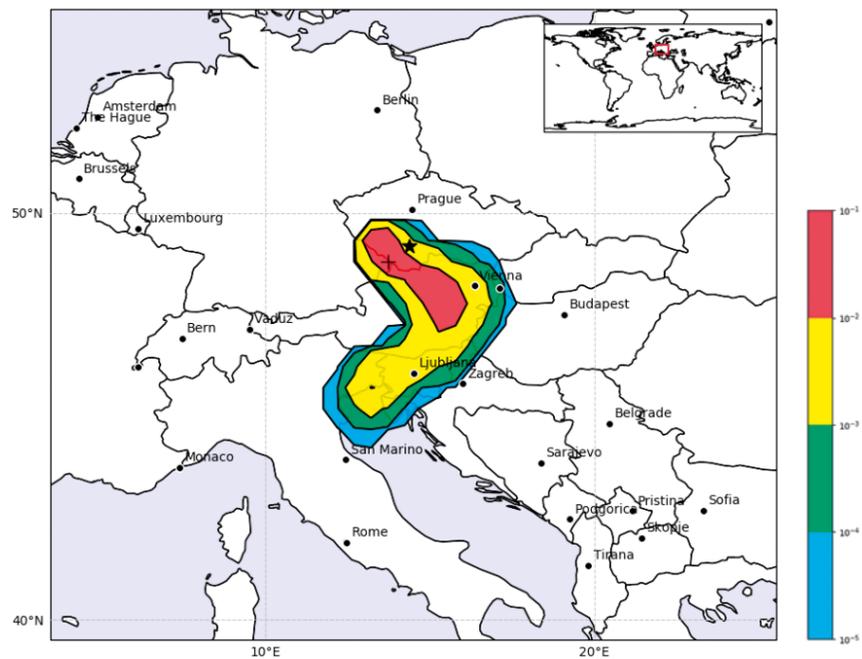
Im September 2021 endete das Projekt „Modellierung der atmosphärischen Ausbreitung von ABC Kampfmitteln und Lagebildverbesserung durch Sensordatennutzung“ (kurz „ABC-MAUS“). Beteiligt waren Joanneum Research (Leitung), Bundesministerium für Landesverteidigung, Gihmm GmbH und ZAMG. Eine der entwickelten Methoden betrifft die Einschätzung von nuklearen Explosionen. Die ZAMG kann über das Erdbeben- und Infraschallmessnetz weltweit feststellen, ob massive Erschütterungen einer Region durch eine Explosion verursacht wurden und wie stark die Detonation war. Bestätigen andere Messungen (z. B. Radioaktivität) diesen Verdacht, startet das Bundesheer am Großrechner der ZAMG das Ausbreitungsmodell FLEXPART, das die Verlagerung der Wolke nach einer potenziellen Nukleardetonation in den nächsten Stunden und Tagen berechnet. Ein zweiter Schwerpunkt lag bei kleinräumigen Ausbreitungsrechnungen. Ein neu entwickeltes Verfahren zur Simulation eines Kampfmiteinsatzes berücksichtigt nun auch kleinräumige Geländebesonderheiten und Gebäude. In einer Übung wurde ein Anschlag mit einem Giftstoff während einer Tagung im Vienna International Centre simuliert (siehe Grafik).

CALCULATE THE SPREAD OF NBC WARFARE AGENTS

In September 2021, the project entitled “Modelling of the atmospheric dispersion of NBC warfare agents and situation picture improvement through sensor data use” (in short, “ABC-MAUS”) was completed. The participants were Joanneum Research (lead), the Federal Ministry of Defence, Gihmm GmbH and ZAMG. One of the developed methods concerns the estimation of nuclear explosions. ZAMG can use the earthquake and infrasound measurement network to determine anywhere in the world whether the massive shaking of a region was caused by an explosion and how strong the detonation was. If other measurements (e.g. radioactivity) confirm this suspicion, the Austrian Armed Forces initiate the FLEXPART dispersion model on the ZAMG mainframe, which calculates the projected displacement of the cloud after a potential nuclear detonation over the next hours and days. A second focus was on small-scale dispersion calculations. A newly developed method for simulating an explosive ordnance operation now also takes into account small-scale terrain features and buildings. In one exercise, an attack with a toxic substance was simulated during a meeting at the Vienna International Centre (see graphic).



EINES VON WELTWEIT ZEHN KRISENRECHENZENTREN ONE OF TEN CRISIS DATA CENTRES WORLDWIDE



woher die radioaktive Wolke kommt, beziehungsweise wohin sie zieht. Weltweit gibt es zehn RSMC. Die ZAMG ist vor allem für Europa und Afrika zuständig und kann im Anlassfall für jede Region der Erde Berechnungen durchführen.

The World Meteorological Organization (WMO) has designated ZAMG a full-fledged "Regional Specialized Meteorological Centre for Nuclear Emergency Response Activities (RSMC ERA)" as of June 2021.

If increased radioactivity is measured somewhere on earth or if an accident has occurred in a nuclear power plant, calculations start at ZAMG as to where the radioactive cloud originated or where it is heading. There are ten RSMCs worldwide. ZAMG is mainly responsible for Europe and Africa but can perform calculations for any region of the world if required.

Ausbreitungsrechnung der ZAMG für einen fiktiven Unfall im tschechischen Atomkraftwerk Temelin.
ZAMG dispersion calculation for a fictitious accident at the Temelin nuclear power plant in the Czech Republic.

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hat die ZAMG mit Juni 2021 zum vollwertigen „Regional Specialized Meteorological Centre for Nuclear Emergency Response Activities (RSMC ERA)“ ernannt. Wird irgendwo auf der Erde erhöhte Radioaktivität gemessen oder ist in einem Kernkraftwerk ein Unfall passiert, starten an der ZAMG die Berechnungen,



Die Katastrophe im Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahr 1986 war der Anlass für den Aufbau des teilautomatischen Wettermessnetzes TAWES der ZAMG, das mittlerweile aus rund 280 Wetterstationen besteht. Es liefert täglich rund zwei Millionen Wetterdaten aus ganz Österreich für Prognosen, Warnungen sowie Klima- und Umweltsanwendungen.

ZAMG's semi-automatic weather monitoring network TAWES, which now consists of about 280 weather stations, was set up in the wake of the catastrophe at the Chernobyl nuclear power plant in 1986. It supplies around two million weather data items per day from all over Austria for forecasts, warnings, and climate and environmental applications.

LIVESTREAMS FÜR INTERESSIERTE LIVESTREAMS FOR INTERESTED PARTIES



Da die Pandemie keine Führungen zuließ, veranstaltete die ZAMG im Jahr 2021 neun Online-Veranstaltungen zu verschiedenen Themen der Bereiche Wetter, Klima, Umwelt und Geophysik. Hunderte Interessierte nutzten die kostenlosen Veranstaltungen. Die Serie wird 2022 fortgesetzt und findet jeden ersten Mittwoch im Monat statt. Infos über die Website der ZAMG und Social Media.

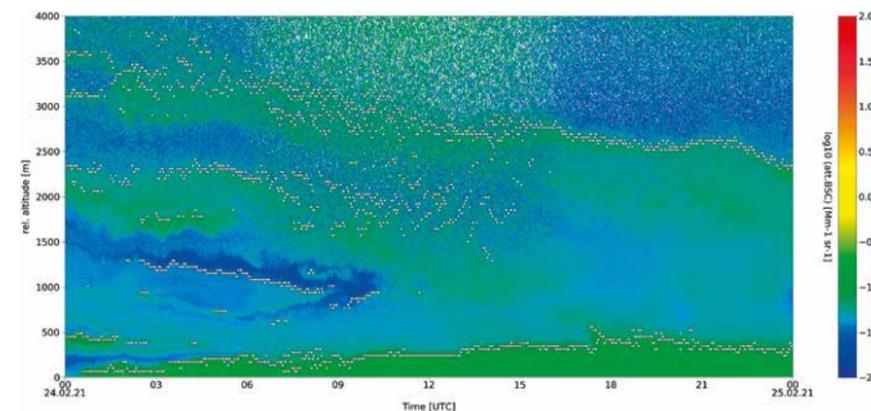
Since the pandemic meant guided tours were impossible, ZAMG hosted nine online events in 2021 on various topics related to weather, climate, environment, and geophysics. Hundreds of interested people took advantage of the free events. The series will continue in 2022 and take place on the first Wednesday of every month. Info via the ZAMG website and social media.

Das Livestream-Thema im April war: Wie kommt Saharastaub nach Österreich, zum Beispiel auf den Sonnblick?
The livestream theme in April was: How does Sahara dust get to Austria – for example, onto Sonnblick?

Die ZAMG erstellte 2021 mehr als 100 Gutachten zu den Themen Schadstoff- und Geruchsausbreitung sowie erneuerbare Energien.

In 2021, ZAMG prepared more than 100 reports on the topics of pollutant and odour dispersion as well as renewable energies.

FÜNF CEILOMETER IN ÖSTERREICH FIVE CEILOMETERS IN AUSTRIA



Messungen aus dem Februar 2021 in Wien: Die städtische Grenzschicht in grün ist gut zu erkennen, nachts nur etwa 100 Meter, tagsüber und abends bis etwa 300 Meter mächtig. Darüber trifft in filigranen Schleiern eine mit Wüstensand angereicherte Luft aus der Höhe ein, sinkt ab und wird teilweise in die Grenzschicht eingemischt.

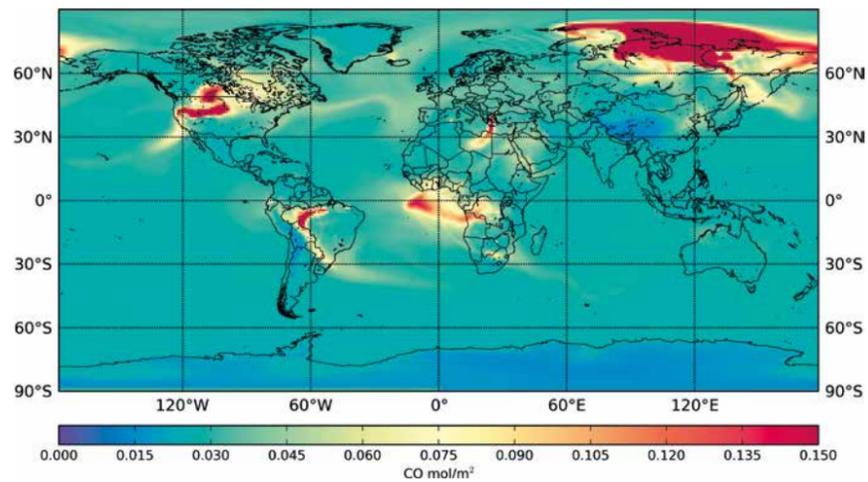
Measurements from February 2021 in Vienna: The urban boundary layer in green is clearly visible, only about 100 metres thick at night, and up to about 300 metres thick during the day and evening. Above it, air enriched with desert sand arrives from above in numerous delicate veils, sinks, and is partially mixed into the boundary layer.

2021 hat die ZAMG fünf Ceilometer betrieben, in Wien Hohe Warte, Wien Kandlerstraße, Kolm Saigurn (am Fuße des Sonnblicks), Radstadt und Flughafen Salzburg. Ceilometer senden kurze Laser-Lichtimpulse senkrecht in die Atmosphäre, die dort von Aerosolen zurückgestreut werden. Aus der Laufzeit und Intensität des zurückgestreuten Lichtsignals wird auf Wolkenhöhen und die vertikale Verteilung von Aerosolen (feste und flüssige Schwebeteilchen in

der Luft) und Schadstoffen geschlossen. Die Daten der österreichischen Ceilometer gehen in das europäische Netzwerk E-PROFILE ein.

In 2021, ZAMG operated five ceilometers – at Vienna Hohe Warte, Vienna Kandlerstrasse, Kolm Saigurn (at the foot of Sonnblick), Radstadt, and Salzburg Airport. Ceilometers send short laser light pulses vertically into the atmosphere, where they are backscattered by aerosols. The travel time and intensity of the backscattered light signal are used to infer cloud heights and the vertical distribution of aerosols (solid and liquid suspended particles in the air) and pollutants. The data from the Austrian ceilometers is entered into the European E-PROFILE network.

DETEKTION VON WALDBRÄNDEN FOREST FIRE DETECTION



Simulation von Waldbränden am 9. August 2021 mit dem globalen Modellsystem für Naturkatastrophen WRF-Chem der ZAMG.
The simulation of forest fires on 9 August 2021 with ZAMG's WRF-Chem global model system for natural disasters.

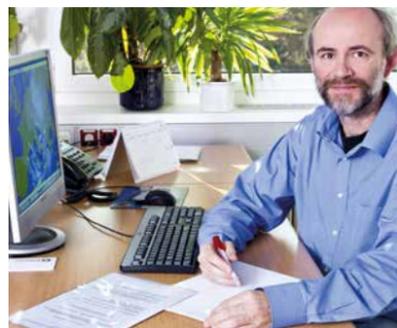
Bei Waldbränden geht neben dem Feuer auch von den Rauch- und Aschewolken eine Gefahr aus. Sie können über weite Distanzen transportiert und über Kontinente hinweg nachgewiesen werden. An der ZAMG liefen 2021 drei Projekte die sich mit der Detektion und Vorhersage von Waldbränden und deren Auswirkungen beschäftigten: INTEREX um ein globales Ausbreitungsmodell für Naturgefahren (Waldbrände, Wüstenstaub, Vulkanausbrüche) zu implementieren, FIREMODE um die Erkennung von

Waldbränden mittels Satellitendaten zu verbessern und CONFIRM um mit Satellitendaten und Services des europäischen Copernicus-Programms neue hochaufgelöste, satellitengestützte Produkte und präoperationelle Services zur Beurteilung der Waldbrandgefahr in Österreich bereitzustellen.

In the case of forest fires, not only the fire but also the clouds of smoke and ash pose a danger. They can be transported over long distances and detected across continents.

At ZAMG, three projects dealing with the detection and prediction of forest fires and their effects were running in 2021: INTEREX to implement a global dispersion model for natural hazards (forest fires, desert dust, volcanic eruptions), FIREMODE to improve forest fire detection using satellite data, and CONFIRM to provide new high-resolution satellite-based products and pre-operational services for forest fire risk assessment in Austria using satellite data and services from the European Copernicus programme.

PENSIONIERUNGEN LANGJÄHRIGER MITARBEITER IN 2021, SEVERAL SENIOR STAFF MEMBERS RETIRED



2021 brachte mehrere Pensionierungen von leitenden Mitarbeitern. Nach rund 40 Jahren im Dienste der ZAMG gingen in den Ruhestand: Martin Piringer (Foto), Leiter der Fachabteilung Umwelt, und Wolfgang Lipa, Leiter der Abteilung Datenprüfung. 30 Jahre waren an der ZAMG: Manfred Göstl, Leiter der Abteilung Systeme und Leopold Bunzengruber, Fachabteilungsleiter Operationelle Datenerfassung.

After around 40 years of service to ZAMG, the following individuals retired: Martin Piringer (photo), Head of the Environment Department, and Wolfgang Lipa, Head of the Data Verification Department. After 30 years at ZAMG: Manfred Göstl, Head of the Systems Department and Leopold Bunzengruber, Head of the Operational Data Collection Department.

VULKANASCHKE VON DEN KANAREN VOLCANIC ASH FROM THE CANARY ISLANDS



Über 3.500 Kilometer legte der Vulkanstaub von den Kanaren bis Österreich zurück.
The volcanic dust travelled more than 3,500 kilometres from the Canary Islands to Austria.

Im Herbst 2021 wurden am Sonnblick Observatorium erhöhte Staub- und Schwefeldioxidkonzentration gemessen. Sie stammten vom Ausbruch von Cumbre Vieja, einer Vulkankette der Kanareninsel La Palma. Es bestand aber in keinsten Weise eine gesundheitliche Gefährdung in Österreich. Die Vulkanwolke wurde am Weg nach Europa sehr stark verdünnt und die verbleibenden Teilchen erreichten nicht die tiefen Lagen, weder durch Luftströmungen noch durch Niederschlag. Alle Werte blieben weit unter den Alarmgrenzen.

In the autumn of 2021, elevated dust mass and sulphur dioxide concentrations were measured at Sonnblick Observatory. They came from the eruption of Cumbre Vieja, one of a chain of volcanoes on the Canary Island of La Palma. However, they did not in any way represent a health hazard in Austria. The volcanic cloud was very much diluted on its way to Europe and the remaining particles did not reach the low altitudes, neither through air currents nor precipitation. All the values remained well below the alarm limits.

Im Jahr 2021 arbeiteten an der ZAMG 106 Mitarbeiterinnen und 228 Mitarbeiter. Das Durchschnittsalter lag bei 41,3 bzw. 46,6 Jahren.

In 2021, ZAMG employed 106 women and 228 men. The average age was 41.3 and 46.6 years respectively.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND RENEWABLE ENERGIES



Im dreijährigen Projekt MEDEA sollen neue, machine learning basierte Algorithmen zur Detektion und Vorhersage von meteorologisch induzierten Extremereignissen im Bereich der erneuerbaren Energien entwickelt werden. Ein wichtiger Schritt dazu ist die Definition der Ereignisse, die uni- und multivariat sein können. Zum Beispiel ist Eisregen für die Windenergie ein univariater Fall. Hochdruckwetterlagen mit wenig Wind, wenig Wasser, viel Strahlung und hohen Temperaturen und damit erhöhtem Kühlbedarf sind multivariate Extremereignisse.

The three-year MEDEA project aims to develop new machine learning-based algorithms for the detection and prediction of meteorologically induced extreme events in the renewable energy sector. An important step in this is the definition of events, which can be univariate and multivariate. For example, freezing rain is a univariate case for wind energy. High pressure weather conditions with little wind, little water, lots of radiation, and high temperatures, and thus increased cooling demand, are multivariate extreme events.

Die gefundenen Zusammenhänge unterstützen unter anderem Vorhersagen und Warnungen im Bereich der erneuerbaren Energie.
The identified correlations support predictions and warnings in the field of renewable energy.



Peter Hofer
Abteilung Strahlenschutz, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Peter Hofer
Federal Ministry for Climate Protection, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK), Radiation Protection Dep.



AUFGABEN IM RADIOLOGISCHEN NOTFALL

TASKS IN A RADIOLOGICAL EMERGENCY

Was sind die Aufgaben des BMK im Strahlenschutz?

Eine zentrale Aufgabe ist der Schutz der österreichischen Bevölkerung und der Umwelt vor Gefahren ionisierender Strahlung. Bei Eintritt eines radiologischen Notfalls, etwa aufgrund eines Unfalls in einem Kernkraftwerk oder eines anderen Zwischenfalls mit Strahlenquellen, bewertet die Abteilung Strahlenschutz mögliche Auswirkungen. Auf Basis dieser Bewertung entscheidet das BMK, welche Schutzmaßnahmen zu treffen sind und informiert die Bevölkerung. Entscheidend ist, dass die Schutzmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden. Aus diesem Grund wird Österreich durch Informationssysteme der Internationalen Atomenergieorganisation und der Europäischen Kommission frühzeitig alarmiert. Mit den Nachbarstaaten wurden Abkommen zur raschen gegenseitigen Information im Notfall geschlossen.

Wo sind die Schnittstellen mit der ZAMG?

Wir arbeiten seit über 30 Jahren zusammen. In einem Notfall kann unser Bereitschaftsdienst sofort einen Lauf des Krisenmodellsystems der ZAMG starten. Damit können wir berechnen, in welche Richtung radioaktiv kontaminierte

Luftmassen ziehen und ob Österreich davon betroffen sein könnte. Weiters erhalten wir von der ZAMG täglich Wettervorhersagen, die in den Notfallsystemen des BMK verwendet werden. So können wir mögliche Auswirkungen bereits vor Eintreffen radioaktiv kontaminierter Luftmassen abschätzen. Dies verschafft uns einen wichtigen Zeitgewinn, um rechtzeitig Schutzmaßnahmen in Österreich zu setzen.

Wo liegen aktuelle und zukünftige Herausforderungen?

Wichtig für die Abschätzung möglicher Auswirkungen radiologischer Notfälle und der Entscheidung über Schutzmaßnahmen ist die Verlässlichkeit der verwendeten Wettervorhersagen. Die Zusammenarbeit der Abteilung Strahlenschutz mit der ZAMG wird daher ständig ausgebaut. Beispielsweise ermöglicht mittlerweile eine Erweiterung des Krisenmodellsystems der ZAMG jetzt auch Rückwärtsrechnungen. So lässt sich bei einer Messung erhöhter Radioaktivität in Österreich berechnen, aus welcher Region in Europa oder weltweit diese Radioaktivität stammt.

What are the tasks of the BMK when it comes to radiation protection?

A central task is to protect the Austrian



Grenznahes Atomkraftwerk Temelín
The Temelín nuclear power station close to the Austrian border

population and the environment from the dangers of ionising radiation. When a radiological emergency occurs, for example, due to an accident at a nuclear power plant or another incident involving radiation sources, the Radiation Protection Department assesses the possible effects. Based on this assessment, the BMK then decides what protective measures to take and informs the public. The key thing here is that protective measures are taken in good time. For this reason, Austria is alerted at an early stage by information systems of the International Atomic Energy Agency and the European Commission. Agreements have been concluded with neighbouring countries for rapid

mutual information in the event of an emergency.

Where are the interfaces with ZAMG?

We have been working with ZAMG for over 30 years. In an emergency, our the on-call service can initiate the ZAMG crisis model system immediately. This allows us to calculate the direction in which radioactively contaminated air masses are moving and whether Austria could be affected. In addition, we receive daily weather forecast data from ZAMG, which is used in the BMK's emergency systems. This allows us to assess possible effects even before radioactively contaminated air masses arrive, and to implement protective measures in Austria in good time.

What are the current and future challenges?

Important for the assessment of possible effects of radiological emergencies and the decision on protective measures is the reliability of the weather forecasts used. In recent years, the cooperation between the Radiation Protection Department and ZAMG has been expanded. A recent extension to ZAMG's crisis model system now allows so-called backward calculations to be made. Thus, when elevated radioactivity is measured in Austria, the crisis model system can calculate from which region in Europe or worldwide this radioactivity has originated.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
ABC-MAUS	Modellierung atmosphärischer Ausbreitung nach Einsatz von ABC Kampfmitteln für die Lagebeurteilung	Joanneum Research	ZAMG	FFG - FORTE	Christian Maurer
ACTRIS IMP	ACTRIS is a pan-European research infrastructure producing high-quality information on atmospheric constituent	FMI, Helsinki, Finland	ZAMG	EU - H2020 - INFRADEV	Elke Ludewig
Amida2018	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
CTBTO-2021	Provision of Software Engineering Services for Atmospheric Transport Modelling, Processing and Dissemination	ZAMG		CTBTO	Christian Maurer
EO4SD-DRR	Demonstration of the benefit of Earth Observation for capacity building in Disaster Risk Reduction	INDRA	ZAMG, GISAT, Plantek, Argans, nazka, OHB-LuxSpace	ESA - EO4SD	Michael Avian
FIREMODE	Instrumentenentwicklung zur verbesserten Detektion von Waldbränden und Integration in Ausbreitungsmodelle	ZAMG		BMK - ASAP	Marcus Hirtl
INTERACT II	Building capacities for identifying, understanding, predicting and responding to environmental changes	Lund University	ZAMG and 44 Research stations	EU - H2020	Elke Ludewig
INTERACT III	INTERACT III innovates a pan-arctic network to provide an infrastructure to address major societal challenges	Lund University	ZAMG	EU - H2020 - INF-RAIA-2018-2020	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

2021 GEOPHYSIK

GEOPHYSICS

BEBENMELDUNGEN AUS DER BEVÖLKERUNG

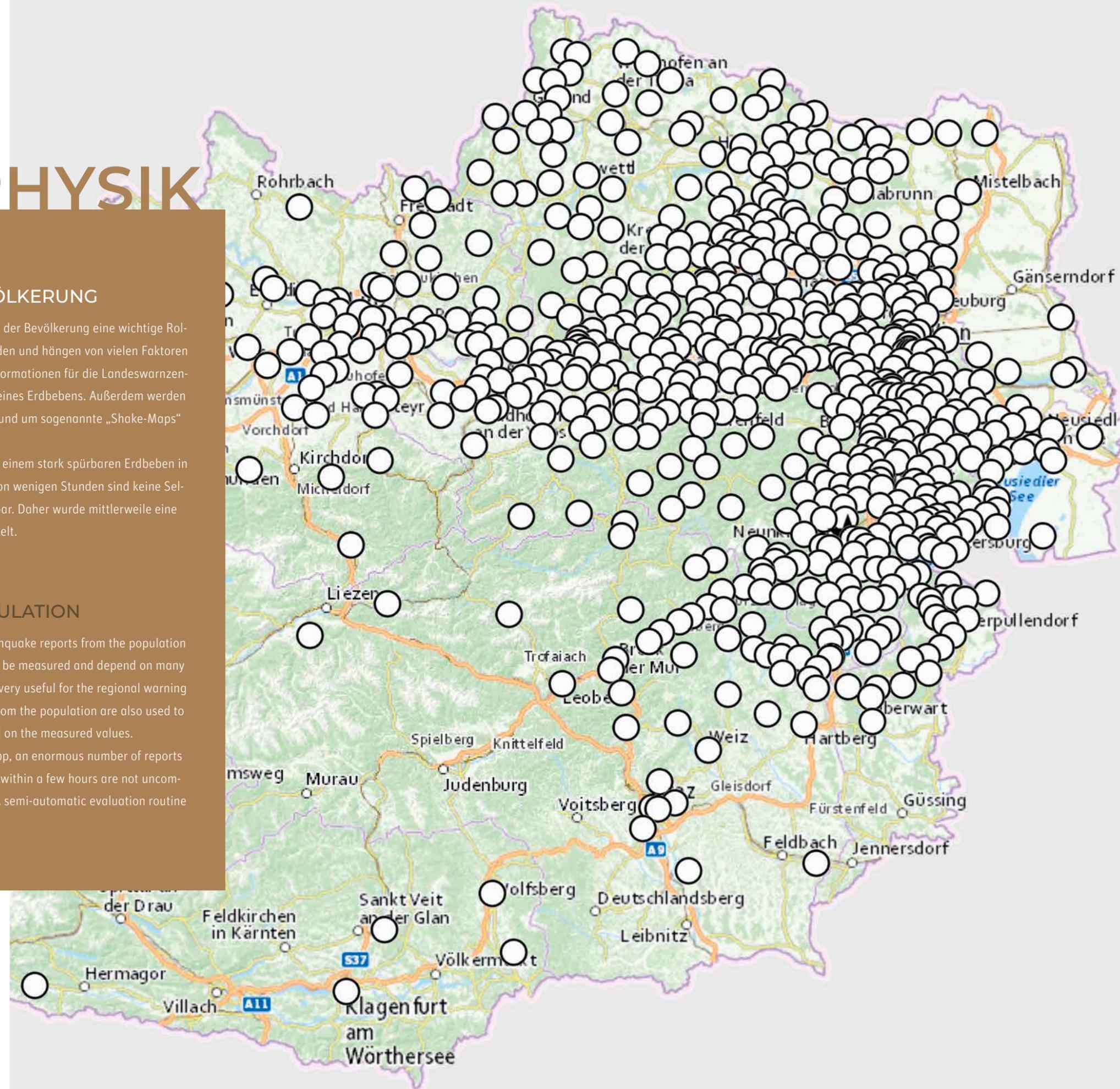
Auch in Zeiten von hochsensiblen Messgeräten spielen Erdbebenmeldungen aus der Bevölkerung eine wichtige Rolle. Zum einen können Schäden und Fühlbarkeit nicht messtechnisch erfasst werden und hängen von vielen Faktoren ab, wie zum Beispiel der Beschaffenheit der Bauwerke. Zum anderen sind die Informationen für die Landeswarnzentralen sehr interessant, für eine schnelle erste Einschätzung der Auswirkungen eines Erdbebens. Außerdem werden Meldungen aus der Bevölkerung genutzt, um Echtzeitszenarien zu verifizieren und um sogenannte „Shake-Maps“ aufgrund der Messwerte zu erstellen.

Durch den Ausbau der Meldemöglichkeiten per Website und App erreichen nach einem stark spürbaren Erdbeben in Österreich enorm viele Meldungen die ZAMG. 10.000 Mitteilungen innerhalb von wenigen Stunden sind keine Seltenheit (siehe Grafik). Eine manuelle Auswertung wie früher ist heute undenkbar. Daher wurde mittlerweile eine halb-automatische Auswertungsroutine entwickelt.

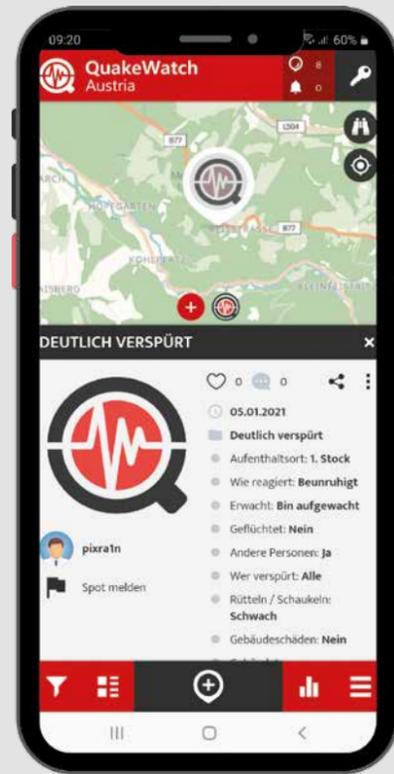
QUAKE REPORTS FROM THE POPULATION

Even with the highly sensitive measuring instruments that nowadays exist, earthquake reports from the population still play an important role. On the one hand, damage and perceptibility cannot be measured and depend on many factors, such as the condition of the structures. On the other, the information is very useful for the regional warning centres for a quick initial assessment of the effects of an earthquake. Reports from the population are also used to verify real-time scenarios and to create so-called “shake maps” based on the measured values.

Due to the expansion in the number of reporting options via the website and app, an enormous number of reports now reach ZAMG after a strongly felt earthquake in Austria. 10,000 messages within a few hours are not uncommon (see graphic), and manual evaluation as in the past is unthinkable today. A semi-automatic evaluation routine has therefore been developed.



APP QUAKEWATCH AUSTRIA APP QUAKEWATCH AUSTRIA



Die App „QuakeWatch Austria“ erlaubt auf einfache Weise, Erdbebenwahrnehmungen und Schadensberichte an die ZAMG zu senden. Außerdem zeigt sie in Listen und Karten alle Erdbeben der letzten Stunden, Tage und Wochen, sortierbar nach Österreich, Europa und Welt. Auch Tipps zum Verhalten bei Erdbeben und zu Präventionsmaßnahmen sowie statistische Informationen enthält die neue App. Die App wurde ursprünglich im Rahmen der Initiative Sparkling Science des Wissenschaftsministeriums mit Schülerinnen und Schülern des TGM Wien entwickelt und nun umfangreich mit der Firma Spotteron überarbeitet.

The “QuakeWatch Austria” app allows users to easily send earthquake perception and damage reports to ZAMG. It also shows in lists and maps all the earthquakes of the last hours, days and weeks worldwide, sortable into Austria, Europe and the World. The new app also contains tips on what to do in the event of an earthquake and on preventive measures, as well as statistical information. The app was originally developed as part of the Sparkling Science initiative of the Ministry of Science with pupils from TGM Vienna and has now been extensively revised with Spotteron.



Bereits zur Regierungszeit von Kaiser Franz Joseph wurde für das gesamte damalige österreichische Gebiet die erste geomagnetische Landesaufnahme erstellt, geleitet von Karl Kreil, dem ersten Direktor der „k.k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus“. Neben dem wissenschaftlichen Interesse war der Nutzen für die Marine eine Hauptmotivation.

The first geomagnetic survey for the entire Austrian territory at the time, headed by Karl Kreil, the first director of the “Imperial Central Institute for Meteorology and Geomagnetism” was carried out during the reign of Emperor Franz Joseph. In addition to scientific interest, benefit to the navy was also a primary motivation.

ITALIENISCH-ÖSTERREICHISCHES ERDBEBENPROJEKT ITALIAN-AUSTRIAN EARTHQUAKE PROJECT



Im Projekt ARMONIA entwickelten sieben Organisationen aus Italien und Österreich grenzüberschreitende Strategien für das Management von Naturgefahren mit Schwerpunkt Erdbeben. Bei der Abschlussveranstaltung im Juni 2021 präsentierte das Projektteam die neu entwickelten Verfahren zur Berechnung von Erdbebenauswirkungen und zur Verarbeitung von Bebedaten in der italienisch-österreichischen Grenzregion.

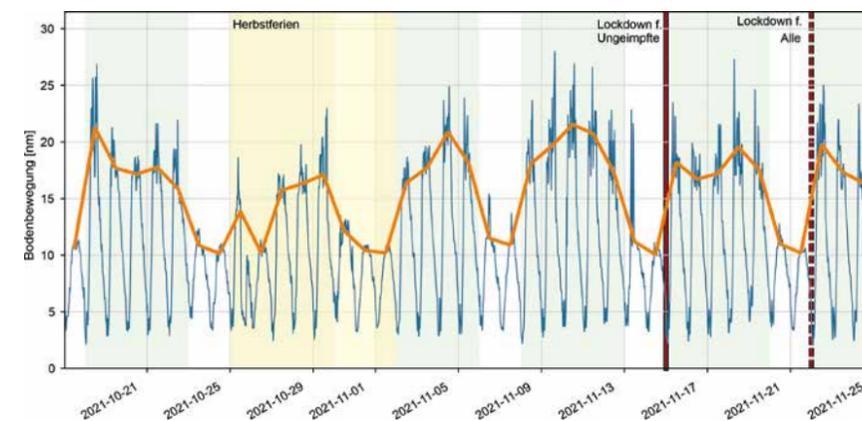
In the ARMONIA project, seven organisations from Italy and Austria developed cross-border strategies for the management of natural hazards with a focus on earthquakes. At the final event in June 2021, the project team presented the newly developed methods for calculating earthquake effects and processing quake data in the Italian-Austrian border region.

Im Projekt führte die Universität Innsbruck paläoseismologische Untersuchungen durch, bei denen in See-Sedimenten die Spuren von Erdbeben der letzten rund 1.000 bis über 10.000 Jahren ausgewertet wurden. Hier gingen auch Auswertungen der ZAMG ein. *As part of the project, the University of Innsbruck conducted paleoseismological investigations, evaluating earthquake traces from the last approximately 1000 to over 10,000 years in lake sediments. Also incorporated were evaluations by ZAMG.*

Das seismische Messnetz der ZAMG, mit rund 50 Stationen, wurde 2021 um Seismometer in Kufstein (Tirol) und Tamsweg (Salzburg) erweitert

In 2021, ZAMG's seismic monitoring network with about 50 stations was expanded to include seismometers in Kufstein (Tyrol) and Tamsweg (Salzburg)

WENIGER BODENVIBRATIONEN DURCH LOCKDOWN LESS GROUND VIBRATION DUE TO LOCKDOWN



Der leichte Rückgang im Lockdown im November und der Rückgang in den Herbstferien im Oktober sind vor allem an der orangen Kurve zu sehen. Sehr markant sind die immer vorhandenen Rückgänge in den Nächten und an den Wochenenden. *The slight decrease in the November lockdown and the decrease in autumn vacations in October can be seen mainly in the orange curve. Very striking are the always present decreases at nights and weekends.*

Erdbebenmessgeräte messen auch Einwirkungen auf die Erdoberfläche durch menschliche Aktivität (Verkehr, Industrie). Im Lockdown im November 2021 gab es in Wien um fünf Prozent weniger Bodenschwingungen als in den beiden Vorwochen. Dieser Rückgang war deutlich geringer als in den Lock-

downs davor. Am stärksten war der Effekt im ersten Lockdown, im März 2020, mit einer Reduktion der Bodenschwingungen um rund 25 Prozent.

Earthquake measuring instruments (seismometers) also measure impacts on the earth's surface caused by human activity

(traffic, industry). In the November 2021 lockdown there was five percent less ground vibration in Vienna than in the previous two weeks. This decrease was significantly lower than in the previous lockdowns. The effect was strongest in the first lockdown, in March 2020. It reduced ground vibrations by around 25 percent.

GEOPHYSIK IM MIRABELLGARTEN GEOPHYSICS IN THE MIRABELL GARDEN



In Kooperation mit der Firma Novetus GmbH wurde ein Teil des Mirabellgartens in Salzburg untersucht. Die weltbekannten Rosenbeete dort sind auch archäologisch interessant. Es sollte festgestellt werden, ob sich unter den heutigen Beeten noch Reste älterer

Gartenanlagen befinden. Bei den Untersuchungen konnten im Untergrund mindestens vier bislang unbekannte Phasen der Gartengestaltung festgestellt werden. Sie weisen teils komplett unterschiedliche Weg- und Beetgestaltungen auf.

Die ZAMG übernahm im Projekt die Analyse des Bodenergrunds mit Bodenradar und Magnetfeldmessungen.
In the project, ZAMG took over the analysis of the subsurface with ground penetrating radar and magnetic field measurements.

In Salzburg, a part of the Mirabell Garden was investigated in cooperation with Novetus GmbH. The world-famous rose beds there are also archaeologically interesting. The aim was to determine whether there are any remnants of older gardens under the current beds. The investigations revealed at least four previously unknown phases of garden design in the subsurface, some with completely different path and bed designs.

RÖMISCHE SIEDLUNG IN KÄRNTEN ROMAN SETTLEMENT IN CARINTHIA



Im Oktober 2021 führte die ZAMG in Kooperation mit dem Österreichischen Archäologischen Institut und im Auftrag des Bundesdenkmalamtes Messungen in Emmersdorf und Rosegg (Kärnten) durch. Im Zuge dieser zerstörungsfreien archäologischen Untersuchungen wurden auf den Feldern zwischen Emmersdorf und St. Lambrecht mit Geomagnetik- und Bodenradar-Prospektion die umfangreichen Reste einer römischen Siedlung entdeckt. Aus den Messbildern lassen sich Rückschlüsse auf die Größe und die Struktur der römischen Siedlung des 1. bis 4. Jahrhunderts n. Chr. ableiten.

In October 2021, ZAMG carried out measurements in Emmersdorf and Rosegg (Carinthia) in cooperation with the Austrian Archaeological Institute and on behalf of the Federal Monuments Authority Austria. In the course of these non-destructive archaeological investigations, the extensive remains of a Roman settlement were discovered in the fields between Emmersdorf and St. Lambrecht using geomagnetic and ground-penetrating radar surveying. From the measured images, conclusions can be drawn about the size and structure of the Roman settlement dating from the 1st to 4th century AD.

Neben den römischen Städten Virunum (Zollfeld) und Teurnia (St. Peter in Holz/Oberkärnten) ist dies der am vollständigsten überlieferte Grundriss einer antiken Siedlung im heutigen Kärnten.

Along with the Roman towns of Virunum (Zollfeld) and Teurnia (St. Peter in Holz/Upper Carinthia), this is the most complete surviving ground plan of any ancient settlement in present-day Carinthia.

MESSUNGEN BEIM EHEMALIGEN KONZENTRATIONSLAGER GUSEN MEASUREMENTS AT THE FORMER GUSEN CONCENTRATION CAMP



Das Messbild zeigt, dass die Fundamente des alten Wasser-Pumphauses und ein Brunnen noch im Untergrund liegen. Das Gerücht um ein Stollenssystem konnte durch die umfangreiche Bodenuntersuchung nicht bestätigt werden.
The survey clearly showed that the foundations of the old water pump-house and also a well itself are still underground. However, the rumour of a tunnel system could not be confirmed by the extensive soil investigation.

Im Jahr 2019 lief im ZDF eine Dokumentation, die berichtete, dass sich südlich des Konzentrationslagers in Gusen (Oberösterreich) ein weiterer unterirdischer Lagerteil befinden könnte. Dieser These gingen zwei Journalisten nach und beauftragten die ZAMG mit der Untersuchung einer durch Luftbilder

aus dem Jahre 1945 bekannten Fläche, die mögliche Schachtstrukturen, Splitterschutzgräben sowie ein Wasser-Pumphaus mit Brunnen zeigt. Die Messungen erfolgten flächig mittels Magnetik und Georadar und linienhaft mittels Geoelektrik und Seismik.

In 2019, ZDF aired a documentary that reported the possible existence of an underground area south of the concentration camp in Gusen (Upper Austria). Two journalists investigated this hypothesis and commissioned ZAMG to examine an area (known from aerial photographs taken in 1945) showing possible shaft structures, splinter protection trenches, and a water pump-house with a well. The measurements were carried out over a wide area using magnetics and georadar and linearly using geoelectrics and seismics.

Anlässlich des Jubiläums erschien das Buch „170 Jahre ZAMG“, herausgegeben von der ZAMG-Historikerin Christa Hammerl und dem ehemaligen Direktor Michael Staudinger.

On the occasion of its anniversary, ZAMG published the book “170 Years of ZAMG”, edited by ZAMG historian Christa Hammerl and former director Michael Staudinger.

IN DIE ATMOSPHÄRE HINEINHÖREN LISTENING INTO THE ATMOSPHERE



Die ZAMG installierte Anfang 2021 am Gelände des Conrad Observatoriums, am Trafelberg im südlichen Niederösterreich, eine Infraschall-Messanlage. Sie wird künftig auch Teil des Central Eastern European Infrasound Network (CEEIN) sein. Mittels Infraschall können über tausende Kilometer heftige Explosionen, wie sie bei atmosphärischen Nukleartests vorkommen, Vulkanausbrüche und Meteore gemessen werden.

At the beginning of 2021, ZAMG installed an infrasound measurement system at the site of the Conrad Observatory, Trafelberg in southern Lower Austria. In the future, it will also be part of the Central Eastern European Infrasound Network (CEEIN). By means of infrasound, violent explosions such as those that occur during atmospheric nuclear tests, volcanic eruptions and meteors can be measured over thousands of kilometres.

Die Messanlage besteht aus vier solcher Einheiten, die heftige Explosionen in der Atmosphäre aus tausenden Kilometern Entfernung messen.
The measuring system consists of four such units, which measure violent explosions in the atmosphere at a distance of up to thousands of kilometres.



Wolfgang Lenhardt
Leiter ZAMG Geophysik
Wolfgang Lenhardt
Head of ZAMG Geophysics



ERDBEBEN IN ÖSTERREICH EARTHQUAKE IN AUSTRIA

Warum brachte 2021 eine Rekordzahl an spürbaren Erdbeben?

Grob gesagt gibt es in Österreich durchschnittlich ein spürbares Beben pro Woche. Knapp über 100 Erdbeben, wie 2021, sind sehr selten, aber es gibt keinen Trend zu mehr Beben. 2021 ereigneten sich einige stärkere Erdbeben, die zahlreiche kräftige Nachbeben verursachten. Etwa ein Drittel der spürbaren Erdbeben waren Nachbeben von starken Ereignissen, wie zum Beispiel bei Neunkirchen, Gloggnitz und Admont. Auch aus Kroatien waren mehrere Beben spürbar. Durch die vermehrte mediale Berichterstattung erfahren außerdem mittlerweile viel mehr Menschen viel schneller, wenn irgendwo die Erde bebt.

Was ist das stärkste in Österreich mögliche Beben?

Das Maximum dürfte im Bereich der Magnitude 6 liegen. Zum Vergleich: 1590 gab es am Riederberg in Niederösterreich ein Beben mit Magnitude 5,8. Mehrere Menschen starben und in Wien stürzte der Turm der Michaelerkirche ein. Das Beben 1972 in Seebeinstein hatte Magnitude 5,3. Damals gab es zum Glück keine Todesopfer aber zahlreiche Kamine und Gesimse stürzten ein und die Feuerwehr in Wien musste 800 Mal ausrücken. Ein Erdbeben mit schweren Gebäudeschäden ist also auch in Österreich möglich. Durch die ständige Verbesserung der Baunormen, auch in Zusammenarbeit mit dem Erdbebendienst, sind neue Gebäude aber stabiler als alte.

Wird man Erdbeben jemals exakt vorhersagen können?

Ich glaube nicht. Die Spannungen im Boden bauen sich über Jahrzehnte auf und entladen sich in einem kurzen Moment, der nur grob vorhersagbar ist. Aber wir arbeiten an sehr kurzfristigen Warnungen. Es geht darum, bei der ersten gemessenen Welle eines Erdbebens, die noch keinen Schaden anrichtet, automatisch Maßnahmen zu setzen, zum Beispiel Kraftwerke abzuschalten oder Brücken per Ampel zu sperren. Die Vorlaufzeit beträgt nur Sekunden, kann aber helfen, Schäden zu reduzieren.

Was sind weitere Projekte?

Wir erarbeiten zum Beispiel gemeinsam mit Betreibern von kritischer Infrastruktur in Österreich Szenarien, welche konkreten Auswirkungen unterschiedliche Bebenstärken auf die jeweilige Anlage haben können und welche Notfallpläne vorzubereiten sind. Außerdem ist der laufende Ausbau des Bebenmessnetzes wichtig - zum einen für die Einschätzung der Bebengefährdung der einzelnen Regionen, zum anderen für eine optimale schnelle Einschätzung im Ernstfall.

Why did 2021 bring a record number of perceptible earthquakes?

Roughly speaking, there is an average of one perceptible quake per week in Austria. Just over 100 earthquakes, as in 2021, is very rare, but there is no trend towards more quakes. In 2021, several stronger earthquakes occurred, causing numerous powerful aftershocks. Around



Regelmäßige Übungen, wie im Bild des Katastrophenschutzes Niederösterreich, optimieren die Zusammenarbeit aller im Ernstfall Beteiligten.
Regular drills, as in the photo of the Lower Austria Civil Protection, optimise the cooperation of all those involved in the event of an emergency.

one third of the perceptible earthquakes were aftershocks of strong events, such as those at Neunkirchen, Gloggnitz and Admont. Several tremors from Croatia were also felt. Thanks to increased media coverage, many more people now find out much more quickly when the earth shakes somewhere.

What is the strongest possible quake in Austria?

The maximum strength is likely to be in the magnitude 6 range. In comparison, in 1590, there was an earthquake with a magnitude of 5.8 at Riederberg in Lower Austria. Several people died and in Vienna the tower of St. Michael's Church collapsed. The 1972 quake in Seebeinstein had a magnitude of 5.3. Fortunately, there

were no fatalities at the time, but numerous chimneys and cornices collapsed and the fire department in Vienna had to deal with 800 call-outs. An earthquake with severe building damage is therefore also possible in Austria. However, due to the constant improvement in building standards, including in cooperation with the Seismological Service, new buildings are more stable than old ones.

Will earthquakes ever be accurately predicted?

I don't think so. The tensions in the ground build up over decades and discharge in a brief moment that can only be roughly predicted. But we are working on very fast warning systems. The idea is to take automatic action at the first measured

wave of an earthquake that has not yet caused any damage – for example, shutting down power plants or closing bridges using traffic lights. The lead time is only seconds, but can help reduce damage.

What other projects are there?

We're working together with operators of critical infrastructure in Austria – for example, to develop scenarios of what specific effects different quake magnitudes can have on the respective facilities and what emergency plans need to be prepared. In addition, the ongoing expansion of the quake monitoring network is important; on the one hand for the assessment of the quake risk of individual regions, and on the other for optimal rapid assessment in the event of an emergency.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
ARISTOTLE-5	24/7 Expert Advice für das ERCC für Severe Weather, Earthquakes, Training, Quality Assurance, Kommunikation	INGV		DG-ECHO / ERCC	Marcus Hirtl
Armonia	Erfassung von Erdbebenauswirkungen u. grenzüberschreitende makroseismische Datenerfassung u. 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
BIMstocks	Entwicklung der Methodik für die digitale Erfassung der materiellen Zusammensetzung des urbanen Baubestandes	TU Wien	ZAMG	FFG - Stadt der Zukunft	Ingrid Schlögel
CTBTO-2021	Provision of Software Engineering Services for Atmospheric Transport Modelling, Processing and Dissemination	ZAMG		CTBTO	Christian Maurer
gAia-1	Hangrutschungsinventar-Verbesserung mit EO-Daten und Ansätzen der künstlichen Intelligenz in 3 Bundesländern	SBA	AIT, SBA, GeoVille, DCNA, ZAMG	FFG - KIRAS	Michael Avian
GEMEG	Finden eines neuen Maßstabs zur Vorauserkundung im maschinellen und konventionellen Tunnelvortrieb	Montanuniversität Leoben	Montanuniversität Leoben	FFG - BRIDGE 1	Ingrid Schlögel
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	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	ZAMG	FWF	Roman Leonhardt
GeoTief EXPLORE	Entwicklung belastbarer Explorations- und Umsetzungskonzepte für die Geothermie	Wien Energie	ZAMG	Wien Energie	Marie-Theresia Apoloner
HTPO	Untersuchung des Ursprungs des Thermalwasservorkommens im Bereich Laa/Thaya - Pasohlávky	Masaryk Universität, Brno	Geologische Bundesanstalt	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung	Fee Rodler
InfoSYS	Für die Kampfmittelsuche soll eine Counter IED/UXO Aufklärung erfolgen	LBI ArchPro	ZAMG	FFG	Ingrid Schlögel
SAR4_subway	Überwachung der Hochstrecke U2 in die Seestadt (Machbarkeitsstudie)	ZAMG		Auftragsforschung Wiener Linien	Michael Avian
Silvretta	Befliegung UAV-basierter Structure from Motion des obersten Talbodens (Silvrettastausee bis Ochsentalgletscher)	BOKU	ZAMG	Auftragsforschung	Michael Avian
SWAP - SpaceWeather	State-of-the-art Darstellung aktueller Forschungsfragen im Rahmen der Österr. Spaceweather Plattform	ZAMG		FFG - ASAP	Roman Leonhardt

2021 CONRAD OBSERVATORIUM

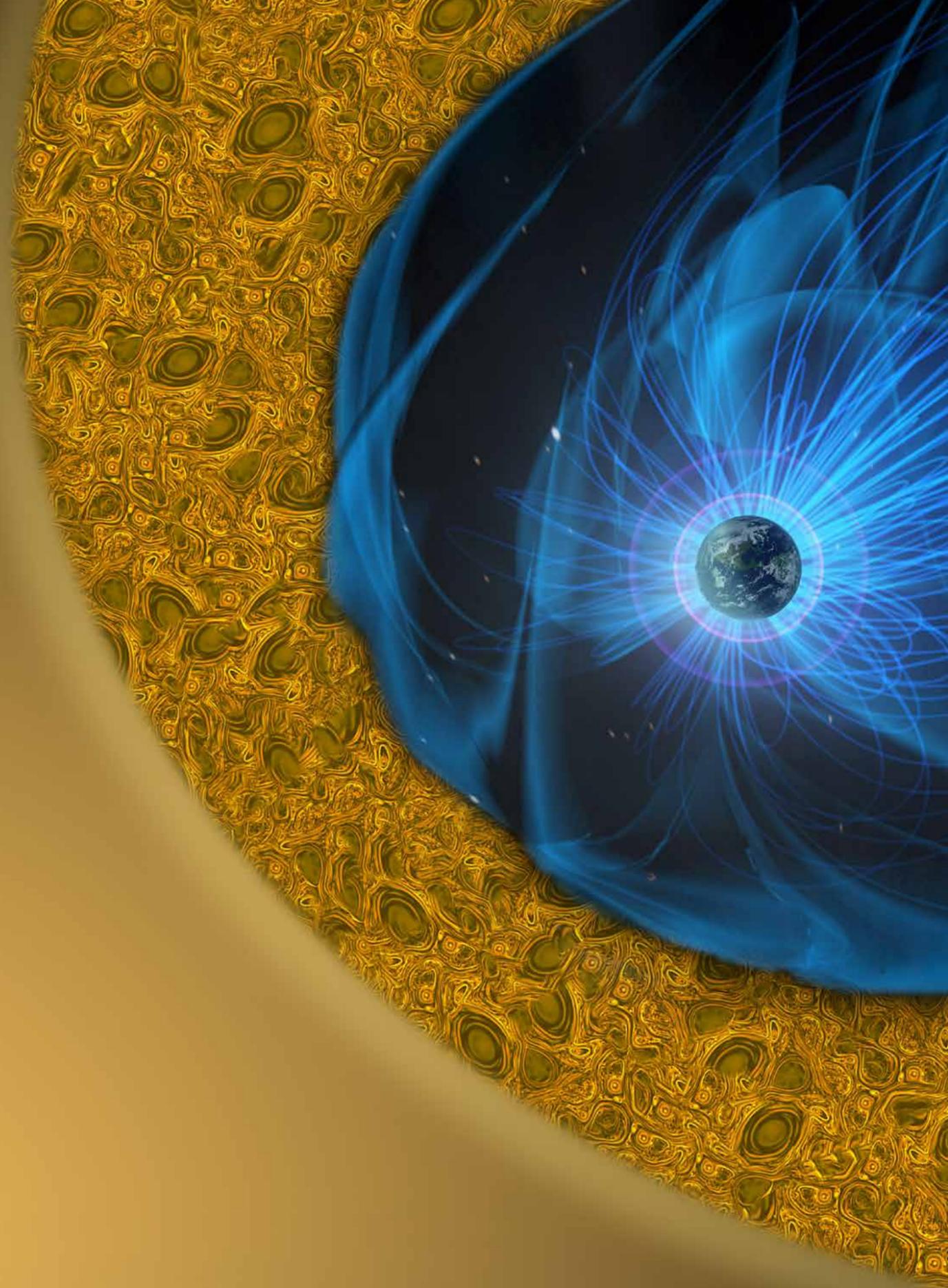
THE CONRAD OBSERVATORY

GEFAHREN DURCH WELTRAUMWETTER

Der Begriff Weltraumwetter (Space Weather) bezeichnet den Zustand des erdnahen Weltraums und der oberen Atmosphäre der Erde. Das Weltraumwetter wird hauptsächlich durch die Sonne bestimmt. Die Interaktion zwischen Wolken geladener Partikel im Sonnenwind und dem geomagnetischen Feld führt zu geomagnetischen Stürmen. Sie können Polarlichter auslösen und im Extremfall die Stromversorgung, GPS-Systeme und andere Kommunikationssysteme erheblich beeinflussen. Die ZAMG arbeitet in mehreren Projekten an der Vorhersage von Weltraumwetter. In einer im April 2021 veröffentlichten Studie konnte ein internationales Team, geleitet vom Institut für Weltraumforschung (IWF) und der ZAMG, etablierte Modelle des Sonnenwindes mit neuen Machine-Learning-Algorithmen kombinieren und so die Vorhersage des Weltraumwetters um rund 20 Prozent verbessern. Das bis 2023 laufende Projekt SWAP vernetzt alle in Österreich am Thema Weltraumwetter Forschenden und potenziell Gefährdete, wie Stromversorger. Szenarien und Vorhersagesysteme werden entwickelt und eine Plattform mit nutzergerechten Informationswegen aufgebaut.

SPACE WEATHER HAZARDS

The term 'space weather' refers to the condition of Earth's near-earth space and upper atmosphere. Space weather is mainly determined by the sun. The interaction between clouds of charged particles in the solar wind and the geomagnetic field leads to geomagnetic storms. They can cause auroras and, in extreme cases, they can significantly affect the power supply, GPS systems and other communication systems. ZAMG is working on several projects to forecast space weather. In a study published in April 2021, an international team led by the Space Research Institute (Institut für Weltraumforschung, IWF) and ZAMG was able to combine established solar wind models with new machine-learning algorithms to improve space weather predictions by around 20 percent. The SWAP project, which will run until 2023, is linking together all researchers in Austria working on the topic of space weather and those potentially at risk from it, such as electricity suppliers. Scenarios and forecasting systems are being developed and a platform with user-friendly information paths is being built.



CONRAD OBSERVATORIUM THE CONRAD OBSERVATORY



Ins äußere Sonnensystem

JUICE ist die erste europäische Satellitenmission ins äußere Sonnensystem und wird das Magnetfeld des Jupiters und seiner Monde erforschen. 2021 wurde am Conrad Observatorium eines der hochsensiblen Messgeräte der Mission in der neuen Testeinrichtung für Weltraummagnetometer geprüft. 2022 folgt der Start ins All.

Into the outer solar system

JUICE is the first European satellite mission to the outer solar system and will explore the magnetic field of Jupiter and its moons. In 2021, the Conrad Observatory tested one of the mission's highly sensitive instruments in the new test facility for space magnetometers. The launch into space will follow in 2022.



Polsprung?

Ein 2021 publiziertes Projekt von Montanuniversität Leoben und ZAMG untersuchte Abnahmen des Magnetfelds in der Erdgeschichte. Dazu wurden unter anderem Gesteinsproben des steirischen Vulkanlands im Labor des Conrad Observatoriums analysiert. Sie stammen aus der Zeit einer Umkehr des Erdmagnetfelds vor rund zweieinhalb Millionen Jahren. In den letzten 180 Jahren hat das Magnetfeld um zehn Prozent abgenommen. Eine ähnliche Abnahme gab es oft vor Polsprüngen.

Pole jump?

A project published in 2021 by the Montanuniversität Leoben and ZAMG investigated decreases in the magnetic field in geological history. For this purpose, rock samples from the Styrian Vulkanland were examined in the laboratory of the Conrad Observatory. They originate from the time of a reversal of the earth's magnetic field about two and a half million years ago. In the last 180 years, the magnetic field has decreased by ten percent. A similar decrease often occurred before pole jumps.



Test von Starlink

Starlink ist ein weit fortgeschrittenes Satellitennetzwerk der Firma SpaceX, um Internet auch in entlegenen Regionen zur Verfügung zu stellen. Das Conrad Observatorium wurde 2021 ein Testort für Starlink. Untersucht wurde unter anderem der Nutzen bei der Übertragung von Erdbeobachtungsdaten. Daten von zum Beispiel Seismometern und geomagnetischen Sensoren werden oft von abgelegenen Standorten bezogen, um menschliche Störungen gering zu halten. Gleichzeitig müssen diese Daten aber für Auswertungen und Warnungen in Echtzeit verfügbar sein. Starlink könnte eine Lösung sein.

Starlink test

Starlink is an advanced satellite network developed by SpaceX to provide Internet to remote regions. The Conrad Observatory became a test site for Starlink in 2021, and its usefulness in transmitting earth observation data was investigated. Data from, for example, seismometers and geomagnetic sensors is often obtained from remote locations to minimise human disturbance. At the same time, however, this data must be available in real time for evaluations and warnings. Starlink could be a solution for this.



Wissenschaft im Berg

Das Conrad Observatorium befindet sich am Trafelberg in Niederösterreich, 50 Kilometer südwestlich von Wien. Es zählt zu den weltweit modernsten Observatorien seiner Art. Die abgechiedene Lage und die größtenteils unterirdische Anlage eignen sich hervorragend für geophysikalische Untersuchungen. Eine der internationalen Besonderheiten ist, dass der geomagnetische Teil gemeinsam mit dem seismisch-gravimetrischen Bereich Forschung am letzten Stand der Technik für unterschiedliche Fachgebiete an einem Ort ermöglicht. 2021 liefen am Conrad Observatorium rund 40 nationale und internationale Projekte.

Science in the mountain

The Conrad Observatory is located on Trafelberg in Lower Austria, 50 kilometres southwest of Vienna. It is one of the most modern observatories of its kind in the world. The secluded location and the largely underground facility are ideal for geophysical investigations. One of the international peculiarities is that the geomagnetic part, together with the seismic-gravimetric part, enables state-of-the-art research for different disciplines in one place. In 2021, around 40 national and international projects were running at the Conrad Observatory.



Benannt ist das Observatorium nach dem Geophysiker und Klimatologen Victor Conrad. Er war erster Leiter des Erdbebendienstes der ZAMG und entdeckte die Conrad-Diskontinuität in der Erdkruste. Er emigrierte 1938 in die USA und arbeitete unter anderem erfolgreich an der Harvard University. Seine Frau Ida ordnete in ihrem Testament ein Legat an die ZAMG an, mit dem Wunsch, „... dass aus dem Nachlass ein Bauwerk errichtet wird, das der geophysikalischen oder meteorologischen Forschung dient und den Namen Victor Conrad trägt.“

The observatory is named after the geophysicist and climatologist Victor Conrad. He was ZAMG's first head of the earthquake service and discovered the Conrad discontinuity in the earth's crust. He emigrated to the USA in 1938 and worked successfully at Harvard among other places. In her will, his wife Ida ordered a bequest to ZAMG with the wish "... that a building be erected with funds from the estate to be used for geophysical or meteorological research and that it should bear the name of Victor Conrad."

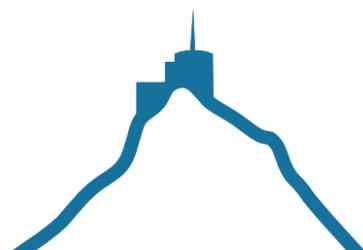
2021 SONNBLICK OBSERVATORIUM

IN DEN WOLKEN FORSCHEN

Im Sommer 2021 führte das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) am Sonnblick Observatorium eine Messkampagne zur Erforschung von Wolken durch. Konkret ging es um das Projekt „Wolken in situ Messungen atmosphärischer Eiskeimpartikel“. Ziel ist, den Einfluss von Eiskeimpartikeln auf die Wolkenbildung und den Strahlungshaushalt der Erde zu untersuchen. Im Rahmen der Kampagne wurde ein neues Instrument am Observatorium installiert, die PINE (Portable Ice Nucleation Experiment). Sie wurde an die Aerosolansaugung angeschlossen und kühlte die angesaugte Luft bis zu -60 °C ab. Dieses Verfahren erlaubt eine zeitlich hochaufgelöste Analyse der Konzentration von Eiskeimpartikeln. Zusätzlich wurden Eiskeimpartikel auf Filtern gesammelt, die später im Labor untersucht werden. Der Standort des Sonnblick Observatoriums bietet für derartige Untersuchungen hervorragende Gegebenheiten: emissionsfrei, in nahezu freier Atmosphäre am Alpenhauptkamm und unter ständiger Betreuung durch die Sonnblicktechniker.

RESEARCH IN THE CLOUDS

In the summer of 2021, the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) conducted a measurement campaign at the Sonnblick Observatory to study clouds. Specifically, the project was “Clouds in situ measurements of atmospheric ice nuclei particles.” The goal here is to investigate the influence of ice nuclei particles on cloud formation and the earth’s radiation balance. As part of the campaign, a new instrument was installed at the observatory, the PINE (Portable Ice Nucleation Experiment). It was connected to the aerosol intake and cooled the intake air down to -60 °C . This method enables temporal high-resolution analysis of the concentration of ice nuclei particles. In addition, ice nuclei particles were collected on filters for later analysis in the laboratory. The location of the Sonnblick Observatory offers excellent conditions for such investigations: emission-free, in an almost free atmosphere on the main Alpine ridge and under constant supervision by the Sonnblick technicians.



SONNBLICK OBSERVATORIUM THE SONNBLICK OBSERVATORY



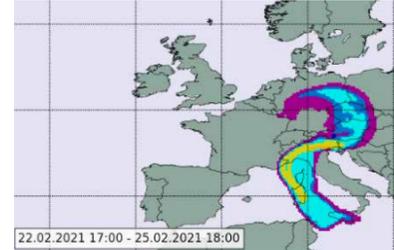
Zwei Legenden gehen in Ruhestand

Bei der Generalversammlung des Sonnblickvereins im September 2021 wurden die Sonnblicktechniker Lug Rasser und Herbert Tannerberger in den Ruhestand verabschiedet. Sie waren rund 40 Jahre am Sonnblick im Einsatz, so lange wie noch niemand vor ihnen: Lug Rasser (Bild rechts) von 1. Dezember 1980 bis 30. April 2021, Herbert Tannerberger (Bild links) von 1. Mai 1983 bis 31. Oktober 2021.



Two legends retire

At the general assembly of the Sonnblickverein in September 2021, Sonnblick technicians Lug Rasser and Herbert Tannerberger both retired. They had been working on Sonnblick for around 40 years, longer than anyone before them: Lug Rasser (right) from 1 December 1980 to 30 April 2021, and Herbert Tannerberger (left) from 1 May 1983 to 31 October 2021.



Rauchfahne des Ätna messbar

Der Februar 2021 brachte kurzfristig einen deutlich messbaren Anstieg der Konzentration von Schwefeldioxid am Sonnblick. Die Ursache war ein Ausbruch des Vulkans Ätna auf Sizilien. Feuer und Asche wurden mehrere hundert Meter in die Höhe geschleudert und mit der Südwestströmung nach Österreich transportiert. Die Verlagerung der Luftmassen ließ sich mit Trajektorien gut berechnen.

Measurable plume of smoke from Etna
In the short term, February 2021 brought a clearly measurable increase in the concentration of sulphur dioxide on Sonnblick. The cause was a volcanic eruption of Mount Etna in Sicily. Fire and ash were hurled several hundred metres into the air and transported to Austria with the south-west current. The displacement of the air masses could be calculated well with trajectories.



Nanoplastik am Sonnblick

Forschende der Universität Utrecht registrierten am Sonnblick Observatorium, auf rund 3.100 Meter Seehöhe, erstmals Nanoplastikteilchen. Die gefundenen Partikel entsprechen mit einer Größe von rund 200 Nanometer etwa dem Hundertstel der Dicke eines menschlichen Haares. Die Untersuchungen zeigten einen auffallend starken Zusammenhang zwischen hohen Konzentrationen von Nanoplastik am Sonnblick und Luftströmungen aus europäischen Ballungszentren, wie zum Beispiel aus Frankfurt, dem industriell stark geprägten Ruhrgebiet, den Niederlanden, Paris und London.

Nanoplastics on Sonnblick
Researchers from Utrecht University registered nanoplastic particles for the first time at the Sonnblick Observatory, at around 3,100 metres above sea level. With a size of around 200 nanometres, the particles found correspond to about one hundredth of the thickness of a human hair. The investigations showed a strikingly strong correlation between high concentrations of nanoplastics on Sonnblick and air currents from European conurbations, such as Frankfurt, the highly industrialised Ruhr area, the Netherlands, Paris and London.



Messung von Wolkenwasser

Im März 2021 führte die Technische Universität Wien am Sonnblick Messungen des Wasseranteils von Wolken durch. Alle eineinhalb Stunden wurde eine Probe aus dem Cloud Water Sampler (CWS) entnommen und anschließend im Labor auf Inhaltsstoffe analysiert. Der CWS wurde für eine raue Umgebung mit hohen Windgeschwindigkeiten entwickelt. Das große Schild dreht sich automatisch in den Wind und reduziert die Windgeschwindigkeit oberhalb der Sammelöffnung. So können Wolken-tröpfchen durch einen konstanten Luftfluss angesogen und abgeschieden werden.

Cloud water measurement
In March 2021, the Vienna University of Technology carried out measurements of the water content of clouds on Sonnblick. Every hour and a half, a sample was taken from the Cloud Water Sampler (CWS) and then analysed for constituents in the laboratory. The CWS is designed for a harsh environment with high wind speeds. The large shield automatically turns into the wind and reduces the wind speed above the collection opening. This allows cloud droplets to be drawn in and separated by a constant flow of air.



UV Messungen

Vor über 25 Jahren installierte die Universität für Bodenkultur Wien am Sonnblick einen Brewer zur Messung der UV-Strahlung. Die Zeitreihe gehört zu den weltweit längsten und entspricht den hohen Qualitätsanforderungen des „Network for the Detection of Atmospheric Composition Change“. Ein Brewer Spektrophotometer ist ein hochentwickeltes optisches Instrument. Es ermöglicht nahezu gleichzeitige Beobachtungen der Gesamtozonsäule und des Schwefeldioxids zwischen dem Instrument und der Sonne und kann hochauflösende Spektralmessungen der UV-Strahlung im direkten Sonnenstrahl und am gesamten Himmel vornehmen.

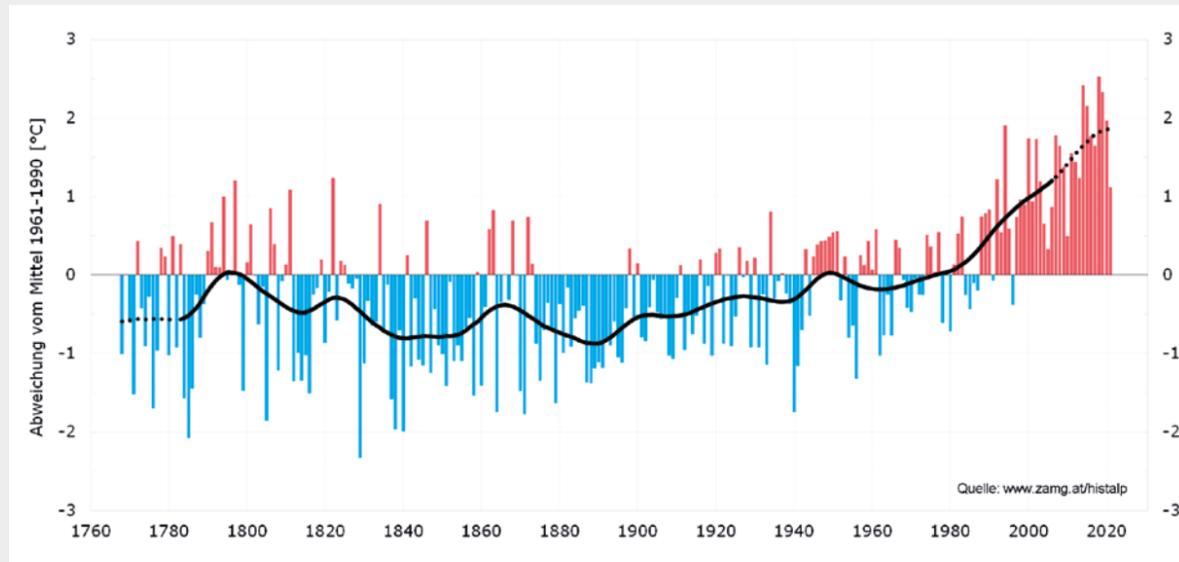
UV measurements
More than 25 years ago, the University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna installed a Brewer at Sonnblick to measure UV radiation. The time series is one of the longest in the world and meets the high-quality requirements of the “Network for the Detection of Atmospheric Composition Change”. A Brewer spectrophotometer is a sophisticated optical instrument. It allows near-simultaneous observations of the total ozone column and sulphur dioxide between the instrument and the sun, and can make high-resolution spectral measurements of UV radiation in the direct solar beam and across the entire sky.



Das Observatorium wurde 1886 errichtet, auf Initiative des ZAMG-Direktors Julius Hann und tatkräftig unterstützt vom Rauriser Bergwerkbesitzer Ignaz Rojacher. Das Ziel: die Erforschung der höheren Luftschichten. Das Material für den Bau wurde einen Großteil des Weges bis zum Gipfel getragen oder mit improvisierten Seilbahnen gezogen.

The observatory was built in 1886, on the initiative of ZAMG Director Julius Hann and actively supported by Rauris mine owner Ignaz Rojacher. The goal was to allow exploration of the higher air layers. The construction materials were carried most of the way to the summit or hauled using improvised ropeways.

EINES DER 25 WÄRMSTEN JAHRE DER MESSGESCHICHTE
ONE OF THE 25 WARMEST YEARS IN MEASUREMENT HISTORY



Klimaerwärmung in Österreich: Dargestellt ist die Abweichung der Temperatur seit 1768 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990, basierend auf HISTALP-Daten (Tiefeland). Die gemittelte Linie (schwarz) zeigt das in den letzten Jahren sehr hohe Temperaturniveau.

Global warming in Austria: Shown here is temperature deviation since 1768 compared to the 1961-1990 climate mean, based on HISTALP data (lowlands). The averaged line (black) shows the very high temperature level of recent years.

Extremwerte 2021

Extreme values for 2021

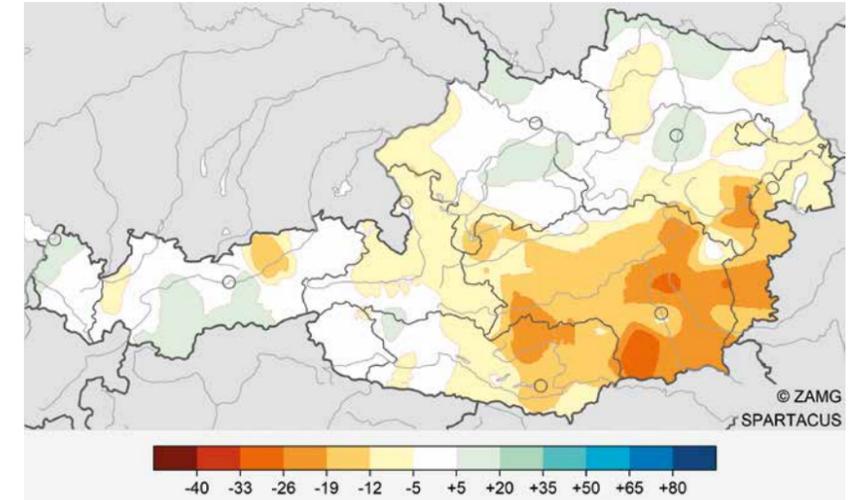
- Höchste Temperatur:** 37,5 °C in Bad Deutsch-Altenburg (Niederösterreich, 169 m) am 8. Juli
- Tiefste Temperatur:** -29,4 °C am Dachstein-Gletscher (Oberösterreich, 2520 m) am 13. Februar
- Tiefste Temperatur unter 1000 m Seehöhe:** -23,5 °C in Lienz (Tirol, 661 m) am 11. Jänner
- Meister Niederschlag:** Rudolfshütte (Salzburg, 2317 m) mit 2.360 Millimeter
- Wenigster Niederschlag:** Podersdorf (Burgenland, 116 m) mit 382 Millimeter
- Sonnigster Ort:** Graz Universität (Steiermark, 367 m) mit 2.280 Sonnenstunden

- Highest temperature: 37.5 °C in Bad Deutsch-Altenburg (Lower Austria, 169 m) on 8 July*
- Lowest temperature: -29.4 °C on the Dachstein glacier (Upper Austria, 2520 m) on 13 February*
- Lowest temperature below 1000 m above sea level: -23.5 °C in Lienz (Tyrol, 661 m) on 11 January*
- Most precipitation: Rudolfshütte (Salzburg, 2317 m) with 2,360 millimetres*
- Least precipitation: Podersdorf (Burgenland, 116 m) at 382 millimetres*
- Sunniest place: Graz University (Styria, 367 m) with 2,280 hours of sunshine*

TEILS WENIG NIEDERSCHLAG
PARTLY A LOW AMOUNT OF PRECIPITATION

In der österreichweiten Auswertung brachte 2021 um sechs Prozent weniger Niederschlag als ein durchschnittliches Jahr. Deutlicher trockener war es zuletzt 2015 (-16 Prozent).

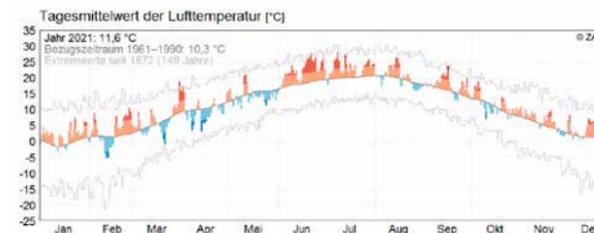
In the Austria-wide evaluation, 2021 brought six percent less precipitation than in an average year. The last time it was significantly drier was in 2015 (-16 percent).



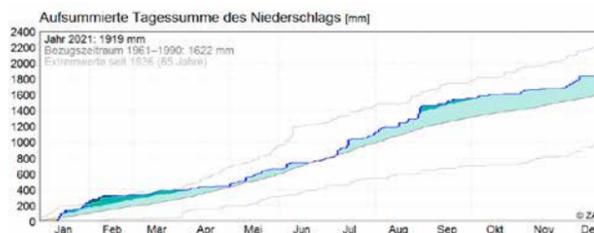
Die 15 wärmsten Jahre der Messgeschichte: 2018, 2014, 2019, 2015, 2020, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009

The 20 warmest years since measurements began: 2018, 2014, 2019, 2015, 2020, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009

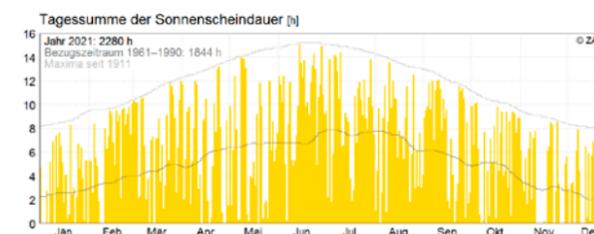
Regionale Zeitreihen
Regional time series



Sehr viele überdurchschnittlich warme Perioden in Wien: Tagesmitteltemperatur 2021 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.
A large number of warmer than average periods in Vienna: 2021 daily mean temperature compared to the 1961-1990 climate mean.



Überdurchschnittlich nass in Bregenz: Niederschlagsmenge 2021 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.
Above average precipitation in Bregenz: Precipitation in 2021 compared to the 1961-1990 climate average.

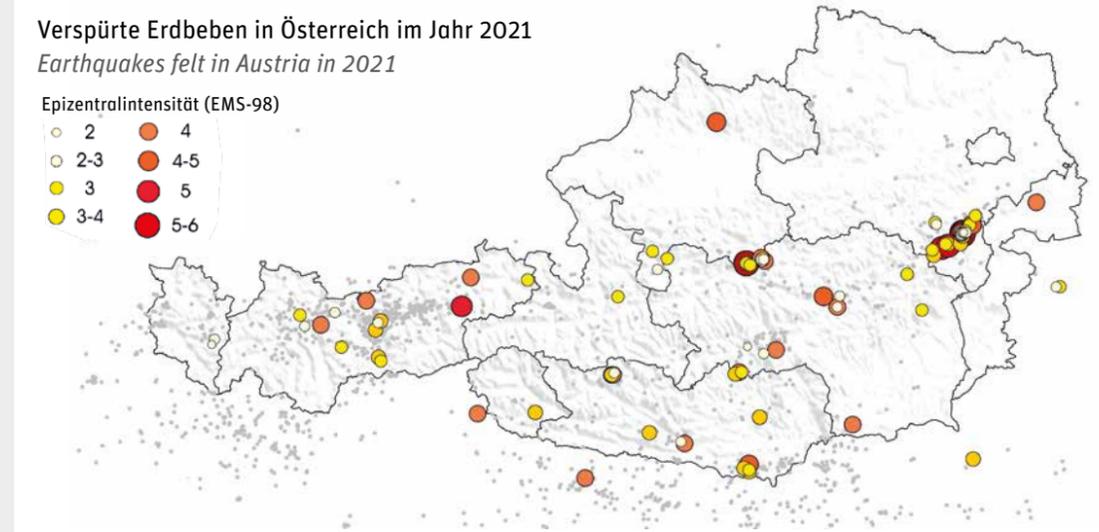


Sehr sonniges Jahr in Graz: Tägliche Sonnenscheindauer 2021 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.
A very sunny year in Graz: Daily sunshine duration in 2021 compared to the 1961-1990 climate average.

SEHR VIELE ERDBEBEN IN ÖSTERREICH A LARGE NUMBER OF EARTHQUAKES IN AUSTRIA

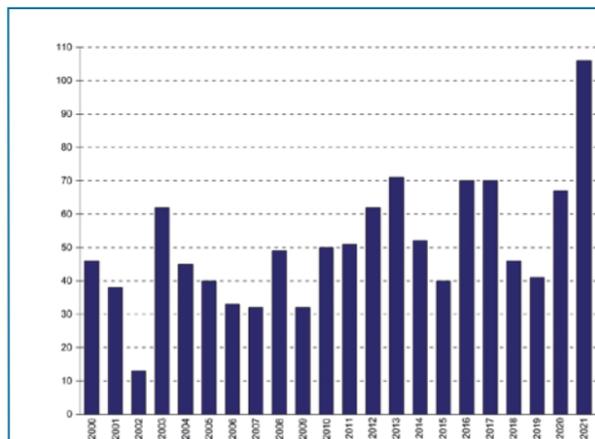
Im Jahr 2021 registrierte der Österreichische Erdbebendienst der ZAMG weltweit rund 12.600 seismische Ereignisse. Über 1.600 Erdbeben wurden in Österreich lokalisiert, davon wurden 95 von der Bevölkerung verspürt. Außerdem wurden in Österreich fünf Erdbeben aus Kroatien, jeweils zwei aus Ungarn und Italien und je eines aus Deutschland und Slowenien wahrgenommen.

In 2021, ZAMG's Austrian Earthquake Service recorded around 12,600 seismic events worldwide. 1,600 earthquakes were located in Austria, 95 of which were felt by the population. In addition, five earthquakes from Croatia, two each from Hungary and Italy, and one each from Germany and Slovenia were perceived in Austria.



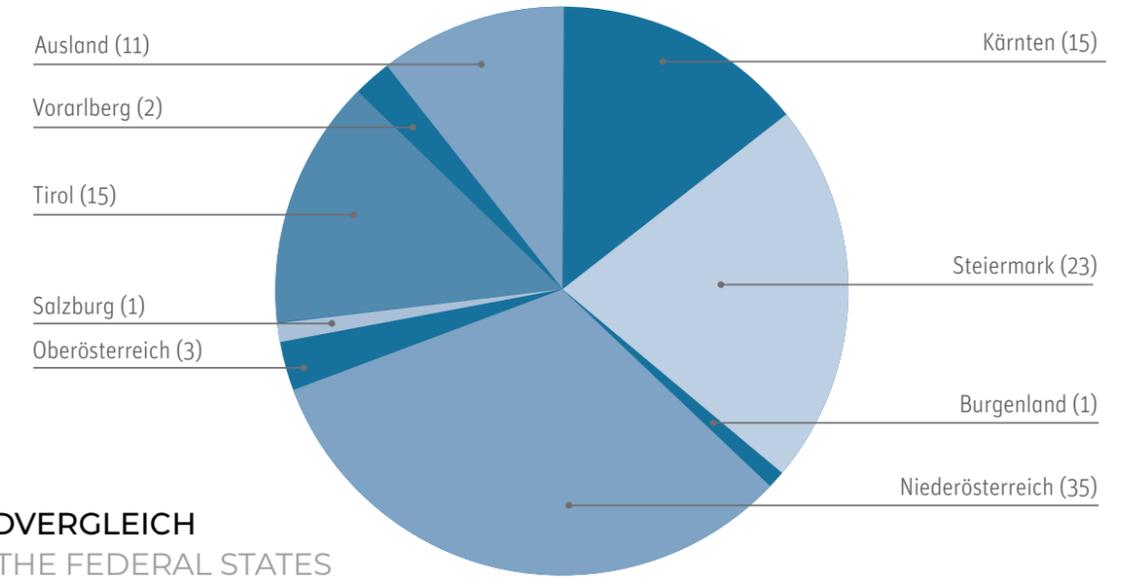
Erdbeben 2021: Epizentralintensität (maximale Stärke der Fühlbarkeit) der von der Bevölkerung verspürten Beben. Bei Erdbeben mit Epizentrum im Ausland wird die in Österreich maximal erreichte Intensität angegeben. Zusätzlich markieren die grauen Punkte die instrumentell registrierten Beben. Die Epizentren im Raum Sisak-Petrinja (Kroatien) sind im Kartenausschnitt nicht enthalten.

2021 earthquakes: Epicentral intensity (maximum strength of the perceptibility) of the earthquakes felt by the population. For earthquakes with an epicentre outside Austria, the maximum intensity reached in Austria is given. In addition, the grey dots mark the earthquakes registered by instruments. The epicentres in the Sisak-Petrinja area (Croatia) are not included in the map section.



Gefühlte Beben in Österreich seit 2000
Im Durchschnitt gab es im Zeitraum 2000 bis 2021 in Österreich 51 spürbare Erdbeben pro Jahr.

Felt quakes in Austria since 2000
On average, there were 51 noticeable earthquakes per year in Austria from 2000 to 2021.



BUNDESLANDVERGLEICH COMPARING THE FEDERAL STATES

Die Grafik zeigt, wie viele verspürte Erdbeben sich in den einzelnen Bundesländern und im angrenzenden Ausland im Jahr 2021 ereignet haben.

The figure shows how many perceived earthquakes occurred in the individual federal states and neighbouring countries in 2021.



ÜBER 34.000 WAHRNEHMUNGSBERICHTE AUS DER BEVÖLKERUNG MORE THAN 34,000 PERCEPTION REPORTS FROM THE POPULATION

Aus der Bevölkerung erreichten die ZAMG 2021 mehr als 34.000 Wahrnehmungsberichte über die Website und die App, rund 23.000 davon nach den zwei stark verspürten Beben bei Neunkirchen.

In 2021, ZAMG received more than 34,000 perception reports from the population via the input form on the website and the app - about 23,000 of them after to two strongly felt quakes near Neunkirchen.

DIE STÄRKSTEN ERDBEBEN IN ÖSTERREICH IM JAHR 2021 THE STRONGEST EARTHQUAKES IN AUSTRIA IN 2021

Ardning, 20. Jänner 2021 (Magnitude 4,5 / Intensität 6°)

An vielen Gebäuden leichte Schäden (Risse und Sprünge in Mauern, herabgefallene Verputzteile). Viele Menschen erschrocken, Gegenstände fielen aus Regalen, Fensterscheiben zerbrachen.

Trofaiach, 27. Jänner 2021 (Magnitude 3,3 / Intensität 4-5°)

Viele Personen von Erschütterungen erschreckt oder aus dem Schlaf geweckt. Vereinzelt feine Risse im Verputz.

Breitenau/Steinfeld, 30. März (Magnitude 4,6 / Intensität 6°) und 20. April 2021 (4,4 / 6°)

Bemerkenswerte Erdbebenserie im März und April im südlichen Wiener Becken. Stärkstes Beben in Österreich seit mehr als 20 Jahren. Nachbeben mit ähnlichen Auswirkungen wie beim Hauptbeben. Viele Menschen erschrocken, einige flüchteten aus den Häusern. Zahlreiche Gegenstände fielen um, Bücher stürzten aus Regalen. Leichte Schäden an Gebäuden (Risse im Verputz).

Gloggnitz/Ternitz, 20. und 23. April 2021 (Magnitude 3,8 / Intensität 5-6°)

Viele Menschen spürten kräftiges Rütteln. Geschirr und Gläser klirrten, vereinzelt fielen kleine Gegenstände um.

Wr. Neustadt, 24. April 2021 (Magnitude 3,2 / Intensität 4-5°)

Das fünfte stärkere Erdbeben innerhalb eines Monats im südlichen Wiener Becken. Viele Personen spürten kräftiges Rütteln. Geschirr und Gläser klirrten, vereinzelt fielen kleine Gegenstände um.

Wildschönau, 16. August 2021 (Magnitude 4,0 / Intensität 5°)

In Tirol das stärkste Beben des Jahres. Zahlreiche Personen aus dem Schlaf gerissen, manche flüchteten aus den Häusern. Wenig standfeste Gegenstände fielen um. Vereinzelt leichte Gebäudeschäden (Risse im Verputz, Herabfallen kleinerer Verputzteile).

Ardning, 20 January 2021 (magnitude 4.5 / intensity 6°)

Minor damage to many buildings (cracks and fissures in walls, fallen pieces of plaster). Many people were startled, objects fell from shelves, window panes broke.

Trofaiach, 27 January 2021 (magnitude 3.3 / intensity 4-5°)

Many people startled by shocks or awakened from their sleep. Occasional fine cracks in the plaster.

Breitenau/Steinfeld, March 30 (magnitude 4.6 / intensity 6°) and 20 April 2021 (4.4 / 6°)

Remarkable series of earthquakes in March and April in the southern Vienna Basin. Strongest quake in Austria for more than 20 years. Aftershocks with similar effects to the main earthquake. Many people were startled and some fled from their houses. Numerous objects fell over, and books tumbled from shelves. Minor damage to buildings (cracks in plaster).

Gloggnitz/Ternitz, 20 and 23 April 2021 (magnitude 3.8 / intensity 5-6°)

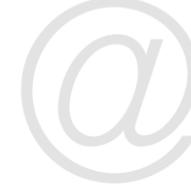
Many people were startled. Some minor damage in the epicentre (small cracks in walls).

Wr. Neustadt, 24. April 2021 (magnitude 3.2 / intensity 4-5°)

The fifth strongest earthquake within a month in the southern Vienna Basin. Many people felt powerful shaking. Dishes and glasses clinked, and some small objects fell over.

Wildschönau, 16 August 2021 (magnitude 4.0 / intensity 5°)

In Tyrol, the strongest quake of the year. Numerous people were awakened from their sleep, some fled from their homes. A small number of stable objects fell over. Isolated slight damage to the building (cracks in the plaster, small pieces of plaster falling off).



www.zamg.at | Website ZAMG

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

www.instagram.com/zamg.at | ZAMG bei Instagram

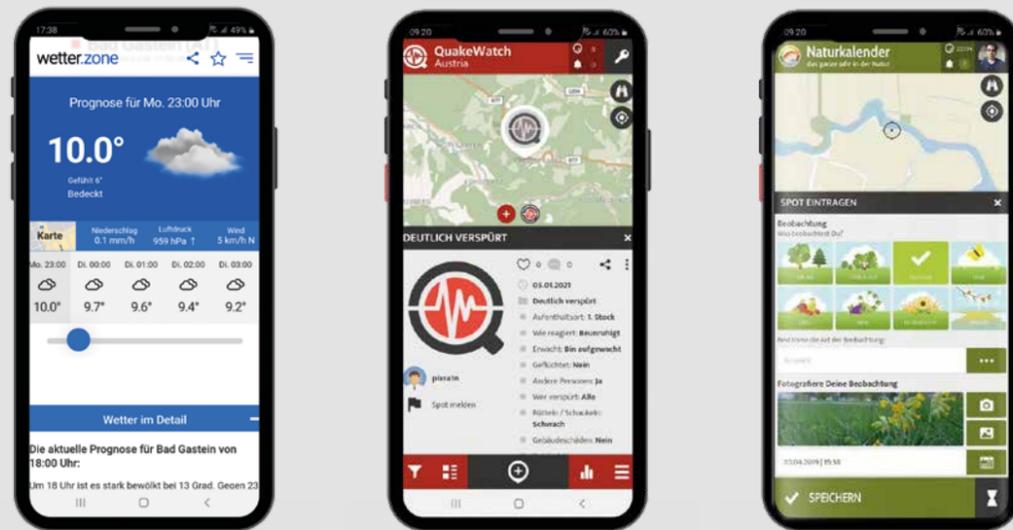
www.twitter.com/zamg_at | ZAMG bei Twitter

www.flickr.com/zamg | ZAMG bei Flickr

www.sonnblick.net | Sonnblick Observatorium

www.conrad-observatory.at | Conrad Observatorium

www.meteoalarm.org | Wetterwarnungen für Europa



DIE ZAMG – IN GANZ ÖSTERREICH FÜR SIE DA
ZAMG – HERE 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, Klusemannstr. 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 hotline

(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

Übersetzung: GlobalSprachTeam, sprachteam.com

Druck: Robert Winter, PRINT & SMILE Agentur für Printconsulting OG

Fotos und Grafiken: Lois Lammerhuber (S. 1, 49), ZAMG (S. 1, 2, 3, 4, 8, 11, 12, 13, 16/17, 18, 19, 20, 21, 26/27, 28, 29, 30, 36/37, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 49, 52, 54, 55, 56, 57), ZAMG/Scheer (S. 29), ESA (S. 3), Marija Kanizaj (S. 4), Martin Lusser (S. 5, 9), Georg Pistotnik (S. 6/7), Lena Stockinger (S. 7), Karin Mödlhammer (S. 7), Klaus Voit (S. 7), Melanie Pfeifer (S. 7), Sonja Winter (S. 7), Universität Wien (S. 9), Spotteron (S. 10), Martin Huber (S. 10, 13), Wolfgang Prügler (S. 22), ZAMG/Markl (S. 31), Verbund-Hydro-Power-GmbH (S. 31), BMK (S. 32), Wikipedia/Japo (S. 33), Jasper Moernaut (S. 39), Land NÖ/Katastrophenschutz (S. 43), ESA (S. 46/47), Stefan Sperling (S. 48), ZAMG/Hynek (S. 50/51), ZAMG/Spotteron (S. 58)



© Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



ZAMG

ZENTRALANSTALT FÜR
METEOROLOGIE UND
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG
DES BMBWF

 **Bundesministerium**
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

1190 Wien | Hohe Warte 38 | www.zamg.at