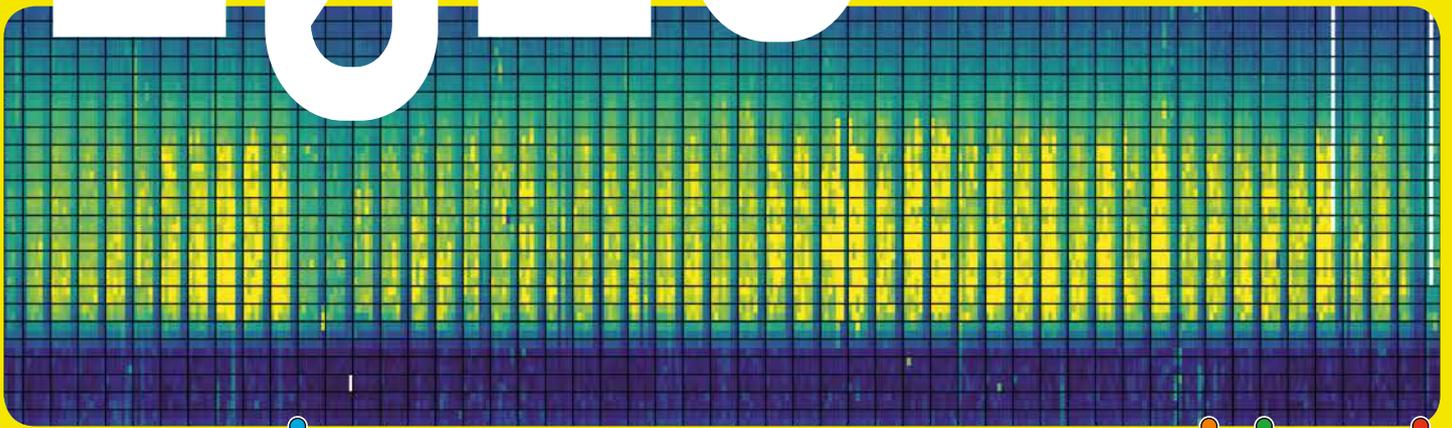


JAHRESBERICHT 2020  
ANNUAL REPORT

# 2020



**ZAMG**

ZENTRALANSTALT FÜR  
METEOROLOGIE UND  
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG  
DES BMBWF

 Bundesministerium  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung

# 2020

## INHALT CONTENTS

Vorwort  
*Foreword* 4

**WETTER**  
*WEATHER* 6

**KLIMA**  
*CLIMATE* 16

**UMWELT**  
*ENVIRONMENT* 26

**GEOPHYSIK**  
*GEOPHYSICS* 36

Observatorien  
*Observatories* 46

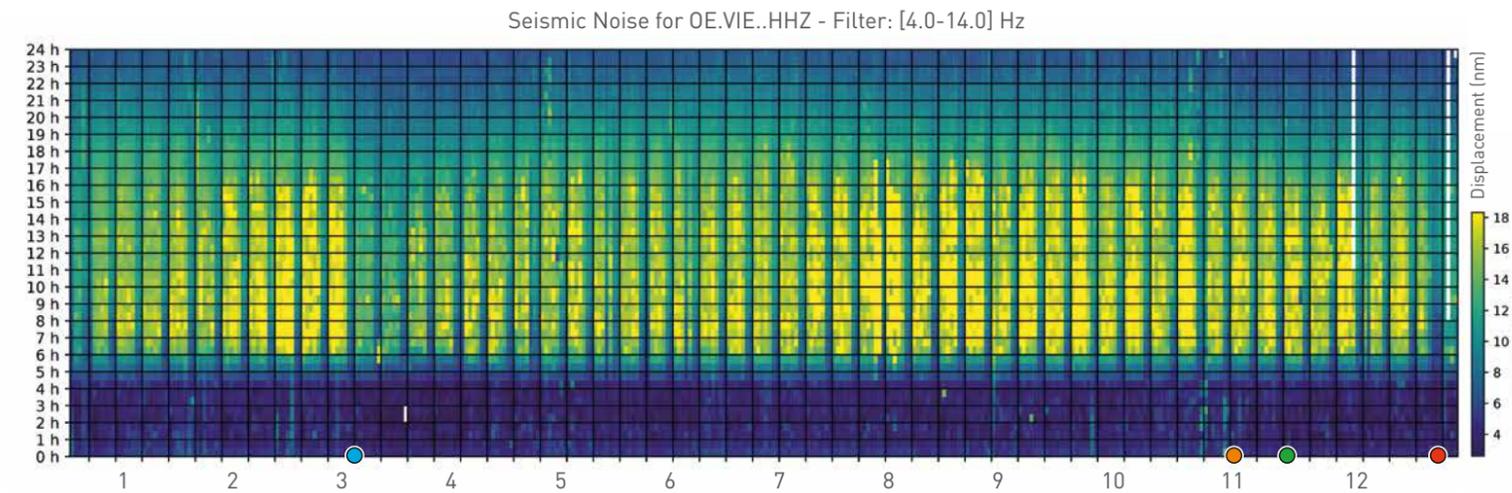
Klimarückblick 2020  
*Climate Review 2020* 54

Erdbebenrückblick 2020  
*Earthquake Review 2020* 56

Service und Kontakt  
*Service and contact* 58

## TITELBILD: DIE AUSWIRKUNGEN DER LOCKDOWNS AUF DIE VIBRATION IM BODEN

COVER IMAGE: THE EFFECTS OF THE LOCKDOWNS  
ON VIBRATIONS IN THE GROUND



Seismometer messen nicht nur Erdbeben sondern auch durch den Menschen verursachte Bewegungen des Erdbodens (z.B. durch Verkehr und Industrie) mit einer Genauigkeit von einem Millionstel Millimeter pro Sekunde. Die Grafik zeigt die Daten des Seismometers auf der Hohe Warte in Wien im Jahr 2020. Im ersten Lockdown (blauer Punkt) gingen die Vibrationen deutlich zurück (bis zu 25 Prozent). Der Lockdown light im November (orange) sowie die anschließenden Lockdowns 2 und 3 (grün bzw. rot) wirkten sich nur an den Abenden etwas aus. (siehe auch Seite 42)

*Seismometers measure not only earthquakes but also human-induced movements of the ground (e.g. due to traffic and industry) with an accuracy of one millionth of a millimetre per second. The graph shows the data provided by the seismometer on the Hohe Warte in Vienna in 2020. In the first lockdown (blue dot) the vibrations decreased significantly (by up to 25 percent). The so-called 'lockdown light' in November (orange) and the subsequent lockdowns 2 and 3 (green and red, respectively) only had slight impact in the evenings. (see also page 42)*

## VORWORT FOREWORD



Das sehr ungewöhnliche und für uns alle nicht leichte Jahr 2020 hat gezeigt, dass die ZAMG sehr gut aufgestellt ist, um auch in schwierigen Zeiten ihre Rolle als verlässliche Partnerin für Bund, Länder, Gemeinden, Forschungseinrichtungen und Wirtschaft optimal zu erfüllen. Sehr flexibel und mit höchster Qualität konnte der gesamte Betrieb trotz der Einschränkungen im Rahmen der COVID-19 Pandemie fortgeführt werden, von den Prognosen und Warnungen für das staatliche Krisen- und Katastrophenmanagement bis zur nationalen und internationalen Zusammenarbeit in Forschungsprojekten.

Zum Schutz der Bevölkerung und der Infrastruktur Österreichs ist eine Institution wie die ZAMG wichtig, die genau auf die Anwender konzipierte Dienstleistungen entwickelt und betreibt und die gesamte Breite an Naturgefahren abdeckt, wie extremes Wetter, Lawinen, Muren, Überschwemmungen, Erdbeben und Sonnenstürme. Die komplexen Wechselwirkungen zwischen Erde und Atmosphäre und ihre Auswirkungen auf die Menschen und ihre Güter erfordern eine breite Zusammenarbeit in der Forschung und in der Entwicklung von operativen Dienstleistungen für den Normal- und den Krisenbetrieb.

Der Jahresbericht 2020 zeigt, dass diese wichtige fachübergreifende nationale und internationale Zusammenarbeit an der ZAMG fest verankert ist und mit großem Engagement weiter ausgebaut wird.

Ein herzliches Dankeschön an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ZAMG für ihre erfolgreiche Arbeit im Jahr 2020 und weiterhin alles Gute!

*2020, a very unusual and challenging year for us all, has shown that ZAMG is very well positioned to optimally fulfil its role as a reliable partner for the federal government, the provinces, the municipalities, research institutions and the economy even in difficult times. The entire operation continued its work very flexibly and to the highest quality despite the COVID-19 restrictions, producing forecasts and issuing warnings for governmental crisis and disaster management as well as participating in national and international research projects.*

*In order to protect Austria's population and infrastructure, it is important to have an institution like ZAMG which develops and operates services precisely tailored to users and covers the entire range of natural hazards, such as extreme weather, avalanches, mudflows, floods, earthquakes and solar storms. The complex interactions between the earth and the atmosphere and their effects on people and goods require broad cooperation in research and in the development of operational services for normal and crisis operation.*

*The 2020 Annual Report shows that this important interdisciplinary national and international cooperation is firmly anchored at ZAMG and is being expanded further with great commitment.*

*A big thank you to all ZAMG employees for their successful work in 2020 and may this success continue!*

**Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann**

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

## VORWORT FOREWORD



Da die ZAMG Teil der kritischen Infrastruktur Österreichs ist, haben wir seit vielen Jahren Alarmpläne für verschiedene Extremszenarien. Aber die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie haben auch uns vor neue Aufgaben gestellt. So setzten wir 2020 nicht nur den lückenlos laufenden Vollbetrieb aller operationellen Bereiche ungestört fort, sondern statteten auch einen Großteil der mehr als 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter technisch so aus, dass sie ihre Arbeit per Home-Office weiterführen können. Durch den großen Einsatz und die Flexibilität aller Beteiligten war diese gesamte Umstellung innerhalb von nur fünf Tagen möglich. In dieser Krisensituation bewährte sich auch, dass viele Prozesse in den Messnetzen, in den Modellrechnungen und in der Verarbeitung und Weitergabe der Daten, Prognosen und Warnungen wartungsarm und dezentral betreut werden können und somit alle unsere Kunden ohne Einschränkungen versorgt wurden.

Das Jahr 2020 hat deutlich gezeigt, wie wichtig das Konzept einer gesamten Wertschöpfungskette ist, von der Forschung gemeinsam mit anderen universitären und außeruniversitären Einrichtungen bis zu operationellen Dienstleistungen in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern. Das gilt auch für die internationale Zusammenarbeit mit Organisationen anderer Länder. Wir sind stolz, dass die ZAMG hier eine gefragte Partnerin ist, beispielsweise für andere meteorologische und geophysikalische Dienste sowie für der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und die Weltbank, um gemeinsam die Kräfte zu bündeln und den Schutz der Menschen vor Naturgefahren voranzutreiben.

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

*As ZAMG is part of Austria's critical infrastructure, we have had emergency plans for various extreme scenarios in place for many years. But the impact of the COVID 19 pandemic has also meant new tasks for us. In 2020, for example, not only did all operational areas continue operating in full and without interruption, we also provided the majority of our more than 300 employees with technical equipment so that they could continue their work from home. Thanks to the great commitment and flexibility of everyone involved, this entire changeover took just five days to complete. In this crisis situation, the fact that many processes in the measurement networks, model calculations and processing and forwarding of the data, forecasts and warnings can be overseen in a low-maintenance and decentralised manner proved opportune, and thus we were able to serve all our customers without restrictions.*

*2020 has clearly shown the importance of the concept of an entire value chain, from research with other university and non-university institutions to operational services in close cooperation with users. This also applies to international cooperation with organisations in other countries. We are proud that ZAMG is a sought-after partner in this field, for example for other meteorological and geophysical services as well as for the World Meteorological Organization (WMO) and the World Bank, enabling us to join forces and increase civil protection against natural hazards.*

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

**Dr. Michael Staudinger**

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

# 2020 WETTER

## WEATHER

### LANGFRISTPROGNOSEN FÜR DIE WASSERVERSORGUNG

Langfristige Wettervorhersagen für die nächsten Wochen werden ständig weiterentwickelt und zeigen oft schon gute Abschätzungen für Trends. Hier ergeben sich neue Möglichkeiten der Anwendung. So arbeitete die ZAMG im Jahr 2020 in Salzburg und Oberösterreich bereits das zweite Jahr mit den Zuständigen für Wasserwirtschaft und Trinkwasserversorgung zusammen und lieferte Prognosen zum Niederschlag und Dürrerisiko der nächsten vier Wochen.

Diese Langfristprognosen helfen in den Bereichen Planung, Steuerung und Wartung. So können die Verantwortlichen unter anderem in trockenen Phase zeitgerecht auf bewussten Wasserbrauch hinweisen sowie Verbindungsleitungen und Notversorgungen aktivieren.

Die Zusammenschau von Langfristprognosen und Analysen hilft auch, Prozesse des Grundwassers noch besser zu verstehen. Je nach Beschaffenheit des Bodens steht Regen in einer Region schneller oder langsamer im Grundwasser zu Verfügung. Hier geben die Daten und Prognosen der ZAMG gemeinsam mit den Auswertungen der Hydrographischen Dienste neue Einblicke.

### LONG-TERM WATER SUPPLY FORECASTS

Long-term weather forecasts for the next few weeks are constantly being improved and often already show good trend estimates, giving rise to new application possibilities: In 2020, for example, ZAMG for the second year running worked in Salzburg and Upper Austria with those responsible for water management and drinking-water supply and provided precipitation and drought-risk forecasts for the next four weeks.

These long-term forecasts help in the areas of planning, control and maintenance. In this way, those responsible can, among other things, draw attention in good time to conscious water consumption during dry phases and activate connection pipes and emergency supplies.

Combined examination of long-term forecasts and analyses also helps ensure a better understanding of groundwater processes. Depending on the composition of the soil, rainfall in a region enters the groundwater more quickly or more slowly. Here, the data and forecasts of ZAMG together with the evaluations of the hydrographic services provide new insights.



## NEUE WETTER-APP NEW WEATHER APP

# ZAMG



Die neue, kostenlose App „wetter.zone“ mit Wetterinformation der ZAMG bietet punktgenaue Wetterprognosen für jeden Ort in Österreich sowie für über zwei Millionen Orte in Europa und mehrere Tausend ausgewählte Orte weltweit. Außerdem bietet die App die offiziellen Wetterwarnungen für jede Gemeinde Österreichs. Auch die umliegenden Webcams jedes Prognoseortes (von 60.000 Webcams weltweit), aktuelle Live-Videos von Feratel (vor allem von österreichischen Tourismusregionen) sowie Animationen der wichtigsten Wetterparameter wie Temperatur, Wind, Blitz und Niederschlag sowie Statistiken und Spezialwetter zeichnen die neue App aus.

*The new, free-of-charge “wetter.zone” app with weather information from ZAMG provides precise weather forecasts for every location in Austria as well as for over two million locations in Europe and several thousand selected locations worldwide. The app also displays the official weather warnings for every municipality in Austria. The surrounding webcams of each forecasting site (out of 60,000 webcams worldwide), current live videos from Feratel (mainly from Austrian tourist regions) as well as animations of the key weather parameters such as temperature, wind, lightning and precipitation along with statistics and special weather are also features of the new app.*

## WETTERMELDEN.AT WETTERMELDEN.AT

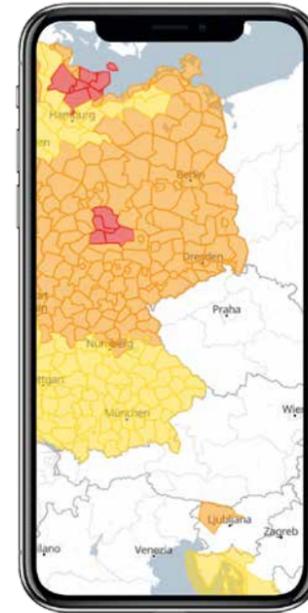
Das Messnetz der ZAMG erfasst das Wetter rund um die Uhr sehr detailliert. Auswirkungen von Extremwetter - wie umstürzende Bäume, Überschwemmungen und Hangrutsche - sind durch Messgeräte schwer erfassbar, aber wichtig für kurzfristige Prognosen und Warnungen. Die ZAMG ersucht die Bevölkerung daher um Informationen und Bilder von Wetter-Auswirkungen über die neue Plattform [www.wettermelden.at](http://www.wettermelden.at). Die Meldungen unterstützen die Vorhersage und gehen auch in die Klimaforschung ein.



Ein durch Hagel zerstörtes Glashaus  
*A greenhouse destroyed by hail*

*The ZAMG measuring network records the weather in great detail around the clock. The effects of extreme weather – such as falling trees, floods and landslides – are difficult to detect using measuring instruments, but are important for short-term forecasts and warn-*

*ings. ZAMG therefore asks the general population to send in information and photos of weather effects via the new platform [www.wettermelden.at](http://www.wettermelden.at). The sent-in notifications help with forecasting and are also used for climate research.*



## EUROPÄISCHE PLATTFORM FÜR WETTERWARNUNGEN EUROPEAN PLATFORM FOR WEATHER WARNINGS

Die von der ZAMG koordinierte offizielle europäische Plattform für Wetterwarnungen [www.meteoalarm.org](http://www.meteoalarm.org) wurde 2020 grundlegend überarbeitet und im Frühjahr 2021 ging die neue Website online. Meteoalarm enthält die Warnungen von 37 Ländern und ist in 32 Sprachen verfügbar. Ziel ist, die Informationen der unterschiedlichen europäischen Wetterdienste in einem universellen, leicht verständlichen System von Symbolen und farbko-dierten Landkarten darzustellen. Meteoalarm ist ein Projekt von EUMETNET, dem Netzwerk der europäischen Wetterdienste.

*The official European platform for weather warnings, [www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu), which is coordinated by ZAMG, was completely redesigned in 2020 and the new website went go live in spring 2021. Meteoalarm contains the warnings of 37 countries and is available in 32 languages. The aim is to present the information from the various European meteorological services using a universal, easy-to-understand system of symbols and colour-coded maps. Meteoalarm is a project of EUMETNET, the network of European weather services.*

**2020 wurde 19 Mal „Warnstufe Rot“ ausgegeben. Die ZAMG verschickte insgesamt 2.721.873 SMS mit Wetterwarnungen an Kunden und Partnerorganisationen.**

*In 2020, a “red” warning level was issued 19 times. ZAMG sent 2,721,873 SMS messages with weather warnings to customers and partner organisations.*

## NEUERUNGEN BEI LAWINENBERICHTEN INNOVATIONS IN AVALANCHE REPORTS



Seit Dezember 2020 präsentieren die Lawinenwarndienste Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg und Steiermark die Lawinenberichte in einer einheitlichen grafische Darstellung und mit einigen Neuerungen. Zum Beispiel werden je nach Schnee- und

Wettersituation Berichte für unterschiedlich große Regionen erstellt. So werden die Gefahren einzelner Gebiete noch besser erfasst. Neu ist auch ein kostenloser Abo-Service für die Berichte aus einer oder aus mehreren Regionen.

*Since December 2020, the avalanche warning services of Carinthia, Lower Austria, Upper Austria, Salzburg and Styria have presented avalanche reports in a uniform graphical style with a number of innovations. For example, depending on the snow and weather situation, reports are created for different-sized regions, enabling even better recording of the dangers in individual areas. Another new feature is a free subscription service for reports from one or more regions.*

## WARNUNGEN FÜR DEN OBST- UND WEINBAU WARNINGS FOR FRUIT GROWERS AND WINE MAKERS



Rechtzeitiges Beregnen vor dem Frost kann die Pflanzen schützen  
Watering plants at the right time before the arrival of frost can protect them

Der Frühling 2020 brachte eine Situation, die in den letzten Jahren immer häufiger vorkommt: In dem immer wärmeren Klima treiben die Pflanzen früher aus und sind dadurch anfällig für die im Frühling oft noch vorkommenden Kaltlufteinbrüche. Die ZAMG Steiermark hat mit den Landwirtschafts-

betrieben ein spezielles Obst- und Weinbauwetterservice entwickelt. Die detaillierten, regionalen Wetterprognosen helfen, rechtzeitig Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Im Frühling 2020 war die Blüte der Marille um zwei bis drei Wochen früher als im Durchschnitt. Auch Apfel-, Birnen- und Kirschkulturen trieben früher aus.

*Spring 2020 brought a situation that has become more common in recent years: In the increasingly warmer climate plants sprout earlier, making them susceptible to the cold air blasts that often still occur in spring. ZAMG Styria has together with fruit growers and wine makers developed a special fruit-growing and wine-making weather service. The detailed, regional weather forecasts help farmers take protective measures in good time. In spring 2020, apricot trees flowered two to three weeks earlier than usual, while apple, pear and cherry trees also sprouted earlier.*

## STANDORTANALYSE FÜR NEUES NIEDERSCHLAGSRADAR SITE ANALYSIS FOR NEW PRECIPITATION RADAR



Im Gebirge sind optimale Standorte für ein Radar schwer zu finden, weil hier oft die freie Sicht auf die Niederschlagsgebiete verdeckt ist.  
In the mountains, optimal locations for radar are difficult to find because a clear view of the precipitation areas is often obscured there.

Im April 2020 startete das Interreg-Projekt RaDoLive mit dem Ziel, einen optimalen Standort für die Errichtung eines Niederschlagsradars im Grenzgebiet von Nord-, Ost- und Südtirol zu finden. Im betroffenen Gebiet ist die flächenhafte Erfassung des Niederschlags durch bestehende Radare noch unzureichend. Radardaten helfen, die steigende Zahl von teils sehr kleinräumigen und heftigen Niederschlägen noch besser zu analysieren und vorherzusagen. Projektpartner sind die Agentur für Bevölkerungsschutz des Landes Südtirol, die Abteilung Zivil- und Katastrophenschutz beim Amt der Tiroler Landesregierung und die ZAMG.

*In April 2020, the Interreg project RaDoLive started with the aim of finding an optimal location for the installation of a precipitation radar in the border area of North, East and South Tyrol. In the affected area, the areal coverage of precipitation by existing radars is still insufficient. Radar data helps to better analyse and predict the increasing number of sometimes very small-scale and heavy precipitation events. The project partners are the Agency for the Civil Protection of the Province of South Tyrol, the Department of Civil Protection and Disaster Management at the Office of the Tyrolean Provincial Government, and ZAMG.*

## AUFBAU EINES WARNSYSTEMS IN MYANMAR ESTABLISHMENT OF A WARNING SYSTEM IN MYANMAR



Analyse der Wetterkarten beim nationalen Wetterdienst in Myanmar  
Analysis of the weather maps at the national weather service in Myanmar

Die ZAMG entwickelt im Rahmen eines internationalen Projekts im Auftrag der Weltorganisation für Meteorologie und der Weltbank ein neues Warnsystem für Myanmar. Gemeinsam mit dem nationalen Wetterdienst werden Kriterien für Wetterwarnungen erarbeitet und die Programme sowie eine grafische Warnoberfläche erstellt. 2020 wurde unter anderem ein erster Prototyp des Warnsystems entwickelt. Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Warnungen in einem maschinenlesbaren Format für Drittanbieter wie Google verfügbar und via Smartphone und Apps einfach und schnell für die Bevölkerung und Touristen abrufbar sind.

*ZAMG is developing a new warning system for Myanmar as part of an international project on behalf of the World Meteorological Organization and the World Bank. Together with the national weather service, criteria for weather warnings are being developed and the programs as well as a graphical warning interface are being created. In 2020 a first prototype of the warning system was developed. An important aspect is that the warnings are made available in machine-readable format for third-party providers such as Google and easily and quickly accessible by the public and tourists via smartphones and apps.*

**Die 280 automatischen Wetterstationen der ZAMG liefern täglich rund zwei Millionen Daten für Prognosen, Warnungen und andere Anwendungen.**

**ZAMG's 280 automatic weather stations supply around two million items of data each day for forecasts, warnings and other applications.**

## COVID-19: WENIGER WETTERDATEN VON FLUGZEUGEN COVID-19: LESS WEATHER DATA FROM AIRCRAFT

Die Maßnahmen zur Eindämmung von COVID-19 führten 2020 zu einem starken Rückgang des Flugverkehrs. Dadurch standen deutlich weniger meteorologische Daten aus Flugzeugmessungen zur Verfügung, die unter anderem zur Berechnung von Wettervorhersagen und als Referenzwerte von Satellitenmessungen verwendet werden. Die Datenlücken wurden schnell durch zusätzliche Satellitendaten und eine verstärkte Einbindung alternativer Datenquellen wie Radiosonden (Wetterballons) und Windprofiler kompensiert. Auch die ZAMG hat die Zahl der Radiosondenaufstiege erhöht. Die Reduktion der Flugzeugmessungen hatte vor allem kleinere Auswirkungen auf Prognosen von Wind und Temperatur in höheren Luftschichten. Die normale tägliche

Wetterprognose beeinflusste sie kaum.

*In 2020, COVID-19 mitigation measures resulted in a large decrease in air traffic. As a result, significantly less meteorological data was available from aircraft measurements, which is used, among other things, to calculate weather forecasts and as reference values for satellite measurements. The data gaps were quickly filled by additional satellite data and increased integration of alternative data sources such as radiosondes (weather balloons) and wind profilers. ZAMG also increased the number of radiosonde ascents. The reduction in aircraft measurements had, primarily, a minor impact on wind and temperature forecasts in higher air layers. The impact on standard daily weather forecasting was minimal.*



Vorbereitung für den Radiosondenaufstieg auf der Hohen Warte in Wien  
Preparation for a radiosonde ascent on the Hohe Warte in Vienna



**Harald Schellander**  
Meteorologe an der ZAMG Innsbruck  
*Harald Schellander*  
Meteorologist at ZAMG Innsbruck



## HERAUSFORDERUNG EXTREMWETTER THE CHALLENGE OF EXTREME WEATHER

*Harald Schellander ist Meteorologe an der ZAMG Innsbruck und Experte für Extremwetteranalyse. In Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck entwickelte er in seiner Dissertation Methoden für die räumliche Analyse von extremen Regen- und Schneemengen.*

### Was ist Extremwetteranalyse?

Dabei wird untersucht, wie extrem das Wetter in einer bestimmten Region sein kann und wie oft diese Extremwerte in einem bestimmten Zeitraum zu erwarten sind. Die Normen für Schneelast zum Beispiel, in deren Neuberechnung wir derzeit eingebunden sind, beruhen auf Schneemengen, die nur ein Mal in 50 Jahre erreicht oder überschritten werden. Beim Bau von Abwasserkanälen geht es um die maximale Regenmenge in 5 Minuten, die alle 50 Jahre vorkommen kann. Die Konstruktion großer Staudämme berücksichtigt Niederschlagsmengen mit einer Jährlichkeit von bis zu 10.000 Jahren. Auch Versicherungen arbeiten mit Extremwetterdaten.

### Wie lässt sich das berechnen?

Man benötigt Wetterstationen mit möglichst langen Messreihen. Mit sehr komplexen statistischen Methoden werden die Extremwertverteilungen einzelner Stationen dann flächig auf eine ganze Region umgerechnet, zum Beispiel auf ganz Tirol. So stehen zum Beispiel bei einem Hausbau für einen bestimmten Ort alle möglichen extremen Wetterwerte zur Verfügung. Diese Berechnungen sind in einem so gebirgigen Land wie Österreich eine besondere Herausforderung, weil schon etwa eine geringe Änderung der Seehöhe sehr große Änderungen des Wetters bringen kann.

### Werden diese Daten auch in der Prognose verwendet?

Ja. Wir sehen uns zum Beispiel bei vorhergesagten großen Regen- oder Schneemengen die jeweiligen Jährlichkeiten an. Die Einschätzung, ob das statistisch gesehen ein Ereignis ist, das alle zwei bis drei Jahre oder nur alle 50 bis 100 Jahre vorkommt, ist eine wichtige Information bei der Warnung vor extremen Wetterereignissen.

### Was sind aktuelle Forschungsrichtungen?

Die Extremwertanalyse ist in der Meteorologie noch relativ jung und hat sich erst in den letzten 20 bis 30 Jahren stark entwickelt. Ein aktuell wichtiger Bereich ist, statistische Methoden zu entwickeln, um die räumliche Abhängigkeit von Extremwerten beurteilen zu können. Für viele Anwendungen und auch für den Katastrophenschutz ist zum Beispiel wichtig zu wissen, mit welcher Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit sehr starker Regen oder Schneefall oder schwere Sturmböen an mehreren Orten gleichzeitig auftreten können. Ein wichtiger Bereich sind auch Analysen für die Zukunft. Also die Frage, welche extremen Wettererscheinungen in einem sich ändernden Klima der nächsten Jahrzehnte zu erwarten sind, zum Beispiel die Intensität, Dauer und Häufigkeit von Hitzewellen.

*Harald Schellander is a meteorologist at ZAMG Innsbruck and an expert in extreme weather analysis. In cooperation with the University of Innsbruck, he developed in his dissertation methods for the spatial analysis of extreme rain and snow volumes.*



In Teilen von Tirol und Oberkärnten schneite es im Dezember 2020 zwei bis drei Mal so viel wie in einem durchschnittlichen gesamten Winter (Foto: St. Sigmund im Sellrain, Innsbruck-Land).

*In December 2020 in parts of Tyrol and Upper Carinthia, it snowed two to three times more than in an average entire winter.*

### What is extreme weather analysis?

*Extreme weather analysis involves examining how extreme the weather can be in a particular region and how often these extreme values can be expected in a given period. The snow-load standards, for example, which we are currently involved in recalculating, are based on snow volumes that are reached or exceeded only once every 50 years. When constructing sewers, the maximum amount of rain in 5 minutes that can occur once every 50 years is determined. The designs of large dams take into account rainfall with an annuality of up to 10,000 years. Insurance companies also work with extreme weather data.*

### How can this be calculated?

*Weather stations with the longest possible measurement series are needed.*

*Using very complex statistical methods, the extreme value distributions of individual stations are then converted for an entire region, for example the whole of Tyrol. As a result, when building a house for a particular location, all possible extreme weather values are available. These calculations are a particular challenge in a country as mountainous as Austria, because even a small change in the sea level can result in very large changes in the weather.*

### Is this data also used in the forecast?

*Yes. For example, we look at the respective annualities for predicted large amounts of rain or snow. The assessment of whether this is statistically an event that occurs every two to three years or only once every 50 to 100 years is important information*

*when warning of extreme weather events.*

### What are the current research fields?

*Extreme value analysis is still relatively new in meteorology and has only developed strongly in the last 20 to 30 years. One currently important area is to develop statistical methods to assess the spatial dependence of extreme values. For many applications and also for disaster control, it is important to know, for example, the probability and frequency with which very heavy rain or snowfall or severe gales can occur at several locations at the same time. Analyses for the future are also an important area, in other words, the question of what extreme weather phenomena can be expected in a changing climate in the coming decades, including the intensity, duration and frequency of heat waves.*



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG ANSPRECHPERSON
ACube4Floods	Untersuchung ob kleinräumige Überflutungen mit Sentinel Daten detektierbar sind und wo Systemgrenzen liegen	TU Wien		FFG - ASAP 16	Stefan Schneider
APP4AQ Phase-2	Beurteilung von Luftqualität und Emissionskatastern mithilfe moderner Satelliteninstrumente	ZAMG	AIT, SISTEMA, EOX, EODC, TUG	FFG - ASAP	Marcus Hirtl
ALARM_2	Ziel des Projekts ist der Schutz der Infrastruktur, der Verkehrs- u. Transportwege im alpinen Bereich	ZAMG	Bundesländer / Dafne	Bundesländer - Dafne	Arnold Studeregger
ASTRID	Assimilation von Bodentemperaturen in AROME und Entwicklung eines INCA-Bodentemperaturproduktes	ZAMG		FFG - ASAP 12	Stefan Schneider
AWaKE	Development of a machine learning based forecasting framework suitable for short to medium-range forecasts	ZAMG	TU Wien, ZHAW	FFG - Industrienähe Dissertationen 2016	Irene Schicker
Bmon	Development of a cloud-based system for real-time monitoring of soil moisture conditions over Austria	TU Wien	TU Wien, BMLFUW, BOKU, EODC, BMLVS, ms-gis	FFG - ASAP 14	Stefan Schneider
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 Stmk., Tirol, ÖBFV, Graz, Innsbruck	FFG - ASAP	Alexander Beck
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 15	Marc Olefs
E-NWC	Kooperation zwischen Nowcasting-Experten, Aufgreifen aktueller Themen in Nowcasting-Entwicklungen	ZAMG		EUMETNET	Franziska Schmid
EHRSONA	Assimilation of soil moisture data in the high-resolution numerical weather prediction model AROME	ZAMG		EUMETSAT	Stefan Schneider
EMMA V	Harmonisierung und Standardisierung von Warnungen, Implementierung auswirkungsorientierter Warnungen	ZAMG		EUMETNET Programme	Andreas Schaffhauser
EUMETNET OPERA 5	Generierung qualitätskontrollierter Volumendaten und Erstellung von Niederschlags-Europa-Composites	FMI	ZAMG, Meteo-France, SMHI, KNMI, DWD, DHMZ	Eumetnet - Observations Programme	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
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 Radardaten	ZAMG	Austro Control GmbH	FFG - BRIDGE	Lukas Tüchler
INADEF	GIS-Frühwarnsystem für Auslösung von Muren	Univ. di Padova	ZAMG	EU - INTERREG V-A ITA-AUT	Christoph Zingerle
LAETITIA	Modellboden (Temperatur u. Feuchtegehalt) wird realistischer modelliert. Ziel: Datensatz für Nutzer	ZAMG	BOKU	FFG - ASAP16	Stefan Schneider
LINK	Untersuchung des Nutzens von Richtfunkdaten eines Handynetzbetreibers für Niederschlagskurzfristvorhersagen	FH St. Pölten	ZAMG	BMVIT - FFG KIRAS	Christop 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 DMH, Myanmars' NMHS, 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 neu zu errichtendes Radar 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	Ivonne Anders
TINIA	Verbesserung der grenzüberschreitenden Wetterprognosen u. Tool-Entwicklung zur Erstellung von Textprognosen	EVTZ	ZAMG	INTERREG Programm V ITA-AUT - Dolomiti Live	Harald Schellander
Train	Assimilierung von Daten von fahrenden ÖBB Zügen und ihr Einfluss auf AROME-RUC Vorhersagen	TU Wien, Gruppe Geodäsie	ZAMG	BMVIT - ASAP 16	Florian Weidle
Wetterzeugen Steiermark	Von BürgerInnen/ WissenschaftlerInnen gemeinsam gespeiste Wetterdatenbank mit Bezugsrahmen Steiermark	ZAMG		Land Stmk. Energietechnik und Klimaschutz	Alexander Podesser
WINDSOR	Entwicklung eines seamless Prognosesystems, das NWP und Machine Learning Algorithmen kombiniert	ZAMG	Austrian Power Grid (APG), Netz Burgenland	FFG - BMVIT Bridge 1	Alexander Kann

# 2020 KLIMA

## CLIMATE

### MEHR WETTERLAGEN MIT POTENZIAL FÜR UNWETTER

Um langfristige Änderungen in der Zahl von Gewittern und Unwettern zu analysieren, untersuchte die ZAMG 2020 im Rahmen eines Projekts Wetterlagen der letzten Jahrzehnte in Europa. Dabei wurden Indikatoren für das Auftreten von schweren Gewittern ermittelt (instabile Luftschichtung, starker Höhenwind, etc.) und die Änderungen ihres Vorkommens in den letzten Jahrzehnten in Österreich und in Europa ausgewertet.

Ein Ergebnis: In den 1980er- und 1990er-Jahren blieb die Zahl der Wetterlagen mit Unwetterpotenzial in Europa relativ ähnlich. Seit den 2000er-Jahren ist ein deutlicher Anstieg um 30 bis 50 Prozent erkennbar, vor allem im Süden und Osten Europas. In Österreich liegt die Zunahme des Gewitterpotenzials seit den 2000er-Jahren bei etwa 20 Prozent. Das entspricht aber nicht direkt einer Zunahme von Gewittern, da nicht bei jeder gewitteranfälligen Wetterlage auch tatsächlich Gewitter ausgelöst werden.

Ein weiteres Ergebnis ist, dass ein feuchter Frühling die Häufigkeit der Gewitter im Sommer fördern kann und ein trockener dämpfen. So können sich trockene und feuchte Wetterphasen selbst verstärken und verlängern, solange keine aktive Wetterlage dieses Muster nachhaltig bricht.

### MORE WEATHER SITUATIONS WITH POTENTIAL FOR SEVERE WEATHER

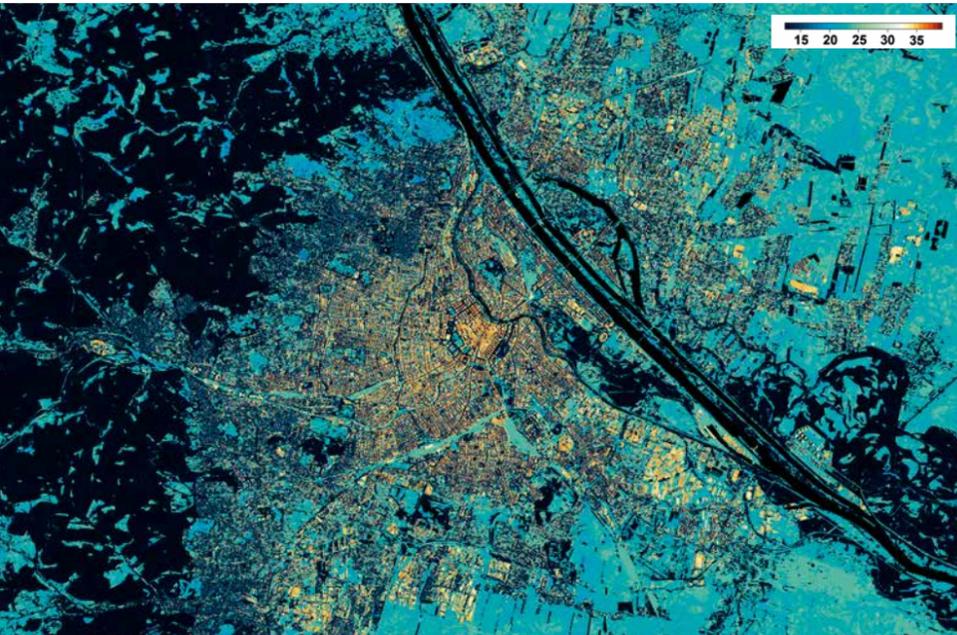
In 2020, in order to analyse long-term changes in the number of thunderstorms and severe weather events, ZAMG examined as part of a project the weather patterns of the past few decades in Europe. Indicators for the occurrence of severe thunderstorms were determined (unstable air stratification, strong high-altitude winds, etc.) and the changes in their occurrence in recent decades in Austria and in Europe were evaluated.

The conclusion: In the 1980s and 1990s the number of weather situations with severe weather potential in Europe remained relatively stable. Since the 2000s their number has increased by 30 to 50 percent, especially in southern and eastern Europe. In Austria, the increase in thunderstorm potential since the 2000s has been around 20 percent. However, this does not directly correspond to an increase in thunderstorms, since thunderstorms are not actually triggered in every weather situation that is prone to thunderstorms.

Another finding is that a wet spring can increase the frequency of thunderstorms in summer, while a dry one can reduce it. Thus, dry and humid weather phases can reinforce and prolong themselves as long as no active weather situation breaks this pattern in the long term.



## NEUES MODELL ZUR UNTERSUCHUNG VON HITZE IN STÄDTEN NEW MODEL TO STUDY HEAT IN CITIES



Simulation der Oberflächentemperatur in Wien an einem Sommertag um 9 Uhr  
Simulation of the surface temperature in Vienna on a summer's day at 9 a.m.

2020 startete an der ZAMG die Testphase des neuen Stadtklimamodells PALM-4U, das von deutschen Forschungsinstituten unter der Koordination der Universität Hannover entwickelt wurde. Stadtklimamodelle sind komplexe Computerprogramme, die meteorologische

Parameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit in der städtischen Umgebung berechnen. Dabei werden sehr detailliert die Geländeform sowie die Art der Bebauung und der Landnutzung (Grünfläche, Agrarfläche, usw.) berücksichtigt.

Stadtklimamodelle ermöglichen zum Beispiel, besonders heiße Teile von Städten zu identifizieren und zu ermitteln, welche Gegenmaßnahmen hier sehr effizient wirken können.

*In 2020, the test phase of the new urban climate model PALM-4U, which was developed by German research institutes under the coordination of the University of Hanover, started at ZAMG.*

*Urban climate models are complex computer programs that calculate meteorological parameters such as temperature, humidity, wind direction and wind speed in the urban environment. Very detailed consideration is given to the shape of the terrain as well as the type of development and land use (green space, agricultural land, etc.). Urban climate models, for example, make it possible to identify particularly hot parts of cities and to determine which countermeasures could be effective there.*



Die Alpenstaaten Italien, Slowenien, Frankreich, Schweiz, Deutschland und Österreich starteten 2020 das Projekt **Alpine Drought Observatory**. Ziel ist, ein umfangreiches Dürremonitoring-System für den gesamten Alpenraum und konkrete Methoden zum Thema Wasser- und Risikomanagement zu entwickeln. Aus Österreich sind die ZAMG und das Land Oberösterreich beteiligt.

*In 2020, the Alpine states of Italy, Slovenia, France, Switzerland, Germany and Austria launched the Alpine Drought Observatory project. The aim is to develop a comprehensive drought monitoring system for the entire Alpine region and concrete methods for water and risk management. From Austria, ZAMG and the province of Upper Austria are involved in the project.*

## SPECIAL REPORT: TOURISMUS UND KLIMAWANDEL SPECIAL REPORT: TOURISM AND CLIMATE CHANGE



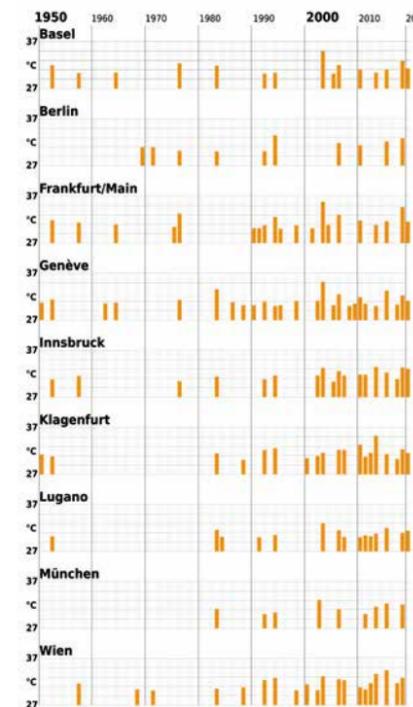
Das Austrian Panel on Climate Change veröffentlichte 2020 den Special Report „Tourismus und Klimawandel“ in Zusammenarbeit mit der ZAMG. Der Report ist eine umfassende Erhebung, Zusammenfassung und Bewertung des aktuellen Standes der Forschung zu den komplexen Beziehungen zwischen Tourismus, Veranstaltungen und Klimawandel. Das Projekt wurde mit Mitteln der Austrian Climate Research Programme (ACRP) durchgeführt. Weitere Infos unter [sr19.ccca.ac.at](http://sr19.ccca.ac.at).

*In 2020, the Austrian Panel on Climate Change published the Special Report "Tourism and Climate Change" in cooperation with ZAMG. The report is a comprehensive survey, summary and assessment of the current state of research on the complex relationships between tourism, events and climate change. The project was carried out with funding from the Austrian Climate Research Programme (ACRP). Further information at [sr19.ccca.ac.at](http://sr19.ccca.ac.at).*

Die 15 wärmsten Jahre der 253-jährigen Messgeschichte Österreichs waren im Zeitraum 1994 bis 2020.

The 15 warmest years in Austria's 253-year measurement history were from 1994 to 2020.

## SOMMER UND WINTER ÄNDERN SICH DEUTLICH SUMMER AND WINTER ARE CHANGING SIGNIFICANTLY

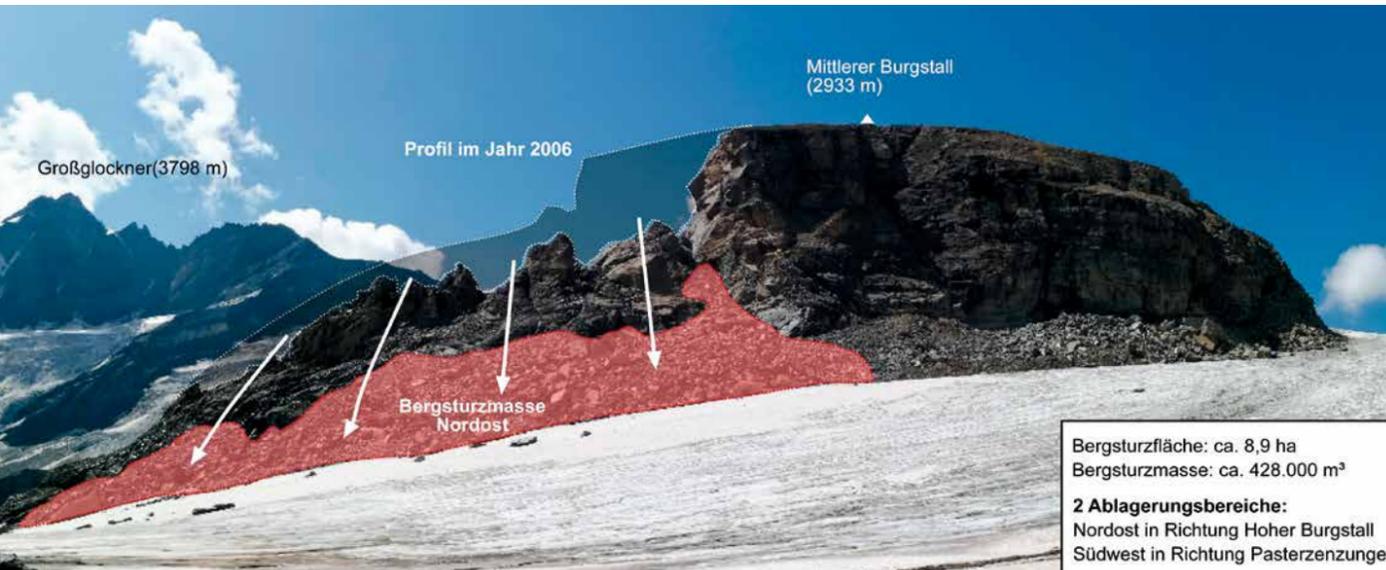


Der Deutsche Wetterdienst, MeteoSchweiz und die ZAMG arbeiten in vielen Bereichen eng zusammen. 2020 wurden erstmals auch gemeinsame Medieninformationen zur Entwicklung der Winter und Sommer in den drei Ländern erstellt. Die Auswertungen zeigen, dass die Winter und Sommer in allen Regionen und Höhenlagen wärmer geworden sind. Was früher ein extrem heißer Sommer war, ist heute ein durchschnittlicher Sommer. Selbst die kühlestn Sommer der letzten 25 Jahre blieben meist deutlich über dem langjährigen Durchschnitt vor 1990. Deutliche Maßnahmen zur Reduktion von klimawirksamen Treibhausgasen könnten die Erwärmung minimieren.

*The German Weather Service, MeteoSwiss and ZAMG cooperate closely in many areas. 2020 also saw the first joint media briefings on winter and summer developments in the three countries. The evaluations show that winters and summers have become warmer in all regions and at all altitudes. What used to be an extremely hot summer is now an average summer. Even the coolest summers during the past 25 years usually remained well above the pre-1990 long-term average. Significant measures to reduce climate-impacting greenhouse gases could minimise the warming.*

Markante Hitzewellen wurden seit den 1990er-Jahren deutlich häufiger  
Marked heat waves have become much more frequent since the 1990s

## GEFAHR VON STEINSCHLAG STEIGT DANGER OF FALLING ROCKS INCREASES



Ausmaß eines Felssturzes am Mittleren Burgstall (Großglockner)  
Extent of a rockfall at Mittlerer Burgstall (Großglockner)

Das immer wärmere Klima in den Alpen führt zu einer Zunahme von Steinschlag. Das passiert zum einen durch das Einsickern von Wasser in Felsspalten und zum anderen mit großer Wahrscheinlichkeit auch durch das Auftauen des Permafrosts. Das gefährdet teilweise alpine Infrastruktur und die Sicherheit von Wanderwegen. Im Projekt Permafrostmonitoring Hohe Tauern untersuchen die Universität Graz (Leitung), die TU Graz und die ZAMG Änderungen in der Stabilität des Felses und der Steinschlagfähigkeit im Bergsturzgebiet Burgstall an der Pasterze. Finanziert wird das Projekt vom Nationalpark Hohe Tauern.

*The increasingly warmer climate in the Alps is leading to an increase in rockfall. This is caused on the one hand by the seepage of water into rock crevices, and on the other, in all probability, by the thawing of permafrost. In some places it is endangering alpine infrastructure and the safety of hiking trails. As part of the project entitled Permafrost Monitoring Hohe Tauern, the University of Graz (which leads the project), the Graz University of Technology and ZAMG are investigating changes in the stability of the rock and the rockfall activity in the landslide area of Burgstall near the Pasterze glacier. The project is financed by the Hohe Tauern National Park.*



Die ZAMG und die Montanuniversität Leoben erweiterten 2020 ihre Zusammenarbeit auf den **Universitätslehrgang „Prozess- und Anlagensicherheit, Notfall- und Katastrophenmanagement“**, bei dem es um effizientes Naturgefahren-Management und Auswirkungen des Klimawandels auf die Industrie geht.

*In 2020, ZAMG and Montanuniversität Leoben extended their cooperation to include the university course “Process and Plant Safety, Emergency and Disaster Management”, which focuses on efficient natural hazard management and the impact of climate change on industry.*

## DURCHSCHNITTLICHES SCHMELZEN DER GLETSCHER AVERAGE MELTING OF THE GLACIERS



Glaziologen der ZAMG mit einem differentiellen GPS, das Messungen der Schneepiegel im Zentimeterbereich ermöglicht  
Glaciologists at ZAMG with a differential GPS, which allows measurements of snow levels in the centimetre range

Die Gletscher der Sonnblickregion gingen mit durchschnittlichen Schneemengen aus dem Winter. Der Sommer 2020 verlief sehr warm, brachte aber relativ viel Niederschlag. Dadurch verschwand der Winterschnee erst spät im Herbst und die Schmelzraten der Gletscher lagen im Durchschnitt der letzten Jahre. Am Sonnblick verlor das Kleinfleißkees im abgelaufenen Gletscherjahr eine Masse, die einer Änderung von 0,7 Meter Wasserhöhe entspricht, am Goldbergkees waren es rund 1,1 Meter.

*The glaciers in the Sonnblick region ended the winter with average volumes of snow. The summer of 2020 was subse- quently very warm, but with relatively high precipitation. As a result, the winter snow disappeared late in the autumn and the melt rates of the glaciers were about average for recent years. On Sonnblick, the Kleinfleißkees lost a mass corresponding to a change of 0.7 metres in water height in the past glacier year, while on Goldbergkees it was about 1.1 metres.*

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der ZAMG veröffentlichten 2020 über 200 wissenschaftliche Arbeiten.  
In 2020, ZAMG staff published more than 200 scientific papers.

## SEISMOMETER MESSEN FELSTÜRZE SEISMOMETERS MEASURE ROCKFALLS



Photovoltaik-Installation für die Stromversorgung einer seismischen Station  
Photovoltaic installation for the power supply of a seismic station

Das 2020 abgeschlossene ÖAW-Projekt SeisRockHT von ZAMG, Mertl Research und Georesearch installierte seismologische Netzwerke um die Steinschlagaktivität der Nordwände am Sonnblick und am Kitzsteinhorn kontinuierlich zu erfassen. Dafür wurde der Open-Hardware Datenlogger Ruwai zum ersten Mal im Gelände eingesetzt. Geländeaufnahmen mittels terrestrischem Laserscanning lieferten aktive Steinschlagzonen und de-

ren akkumulierte Steinschlagvolumina. Die ersten Resultate zeigten eine Erhöhung der Steinschlagaktivität mit kurzfristigen Anstiegen der Lufttemperatur und mit Niederschlagsereignissen. SeisRockHT bildete den Auftakt für ein umfassendes Naturgefahren-Monitoring im hochalpinen Gelände, insbesondere für plötzlich auftretende Massenbewegungen wie Steinschläge, Muren und Lawinen.

*The ÖAW (Austrian Academy of Sciences) project SeisRockHT by ZAMG, Mertl Research and Georesearch, completed in 2020, installed seismological networks to continuously record rockfall activity on the north faces of Sonnblick and Kitzsteinhorn. For this purpose, the open- hardware data logger Ruwai was used in the field for the first time. Terrain surveys using terrestrial laser scanning enabled active rockfall zones and their accumu- lated rockfall volumes to be determined. The initial results showed an increase in rockfall activity with short-term increases in air temperature and precipitation events. SeisRockHT formed the prelude to comprehensive natural hazard monitoring, especially of sudden mass move- ments such as rockfalls, mudflows and avalanches, in high alpine terrain.*



**Klaus Haslinger**  
Klimaforscher an der ZAMG  
*Klaus Haslinger*  
Climate researcher at ZAMG



## TROCKENHEIT IM ALPENRAUM DROUGHT IN THE ALPS

*Klaus Haslinger ist Klimaforscher an der ZAMG und Erstautor einer 2020 veröffentlichten Studie gemeinsam mit TU Wien, BOKU Wien, der Universitäten Wien und Graz, b.geos GmbH und ZAMG zu Dürreperioden im Alpenraum der letzten 210 Jahre.*

### Werden Dürren in Österreich häufiger?

Dürre wird immer mehr ein Thema. Aber das liegt nicht unbedingt am Mangel an Niederschlag. Unsere 2020 veröffentlichte Studie brachte drei wichtige Ergebnisse: 1) Im Alpenraum gab es in den letzten 210 Jahren einige Phasen, in denen mehrere trockene Jahre hintereinander auftraten. Sie wurden durch langfristige natürliche Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation auf der Nordhalbkugel verursacht. 2) Ein trockener Frühling kann die Trockenheit bei bestimmten Wetterlagen im Sommer verstärken, weil die Bodenfeuchte für die Bildung von Regen fehlt. 3) Der Klimawandel unterstützt das Entstehen von Trockenphasen in der warmen Jahreszeit. Denn je wärmer es ist, desto mehr Wasser verlieren die Böden durch Verdunstung und die längere Vegetationsperiode der Pflanzen. Da das Klima immer wärmer wird, steigt somit die Wahrscheinlichkeit für Dürreperioden vor allem in der warmen Jahreszeit.

### Wie wirkt sich das aus?

Unterschiedlich. In der Landwirtschaft können schon ein paar trockene Monate ein Problem sein. Auf das Grund-

wasser wirkt sich oft erst eine Serie von trockenen Jahren aus. Auch der Borkenkäfer wird meistens erst nach ein paar trockenen und warmen Jahren zum Problem.

### Was kann man dagegen tun?

Zum einen ist natürlich langfristig wichtig, die Treibhausgase massiv zu reduzieren um die Klimaerwärmung zu minimieren. Zum anderen haben wir Projekte mit unterschiedlichen Partnern, zum Beispiel aus der Hydrologie und der Land- und Forstwirtschaft, in denen es beispielsweise um effizientes Wassermanagement und um Anpassungen an den Klimawandel geht, etwa durch die Verwendung anderer Pflanzenarten oder Mischkulturen. Außerdem gibt es noch viele offene Forschungsfragen. Zum Beispiel sind die Zusammenhänge zwischen Temperatur, Wind, Verdunstung, Kohlendioxid und dem Wasserverbrauch von Pflanzen sehr komplex und können je nach Klima unterschiedlich ablaufen.

*Klaus Haslinger is climate researcher at ZAMG and lead author of a study published in 2020 together with TU Vienna, BOKU Vienna, the Universities of Vienna and Graz, b.geos GmbH and ZAMG on droughts in the Alpine region over the last 210 years.*

### Are droughts becoming more frequent in Austria?

*Drought is becoming more of an issue, but this isn't necessarily due to a lack of precipitation. Our study, published in*



*2020, yielded three important findings: 1) In the Alpine region there have been several phases in the last 210 years in which several dry years occurred in succession. They were caused by long-term natural variations in the atmospheric circulation in the northern hemisphere. 2) A dry spring can exacerbate drought conditions in certain weather patterns during the summer due to a lack of soil moisture for rain formation. 3) Climate change supports the emergence of dry periods in the warmer seasons. This is because the warmer it is, the more water the soils lose through evaporation and*

*the longer growing season of the plants. As the climate becomes warmer, the likelihood of droughts increases, especially in the warmer seasons.*

### What impact does this have?

*It varies. In agriculture even a few dry months can be a problem. Groundwater is often only affected by a series of dry years. The bark beetle also usually only becomes a problem after a few dry and warm years.*

### What can be done about it?

*On the one hand, it is of course important*

*in the long term to massively reduce greenhouse gases in order to minimise global warming. On the other, we have projects with various partners, for example from hydrology and agriculture and forestry, which focus on efficient water management and adaptations to climate change – for example through the use of other plant species or mixed crops. There are also still many open research questions because, for example, the relationships between temperature, wind, evaporation, carbon dioxide and the water consumption of plants are very complex and can vary depending on the climate.*



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	KLIEN - ACRP	Stefan Schneider
Cesare	Erstellung einer nationalen Ereignis-/ Schadendatenbank als teilautomatisiertes, geschlossenes System	ZAMG	Geologische Bundesanstalt, Joanneum Research, Spatial Services, BMI, BMNT, Uni Salzburg, ETH Zürich, KfV, VVÖ	FFG - KIRAS	Matthias Themessl
CLAIMES	Depiction of how ongoing climate change affects alpine lakes and in turn ecosystem services	ZAMG	ZAMG, Uni Innsbruck	ÖAW - ESS 'Water in Mountain Regions'	Christoph Matulla
CLARITY	Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency	AIT	ATOS, cismet GmbH, PLINIVS, SMHI,...	EU - H2020	Maja Zuvela-Aloise
clim_ect	Erarbeitung von Maßnahmenvorschlägen zur Klimawandelanpassung entlang der ÖBB-Bahnstrecken	TU Wien / Verkehrssystemplanung	ZAMG, TU Wien, BOKU	FFG (ÖBB, BMVIT, ASFI-NAG) - Verkehrsinfrastrukturforschung VIF 2018	Christoph Matulla
COBS	CO2le Bäume und Sensoren - klimaregulierende Ökosystemleistungen erforschen und analysieren	Univ. Sbg, School of Education	ZAMG	FFG - Talente regional	Claudia Riedl
CSI PHÄNObiota	SchülerInnen erforschen im Bezirk Liezen das phänologische Reaktionsmuster invasiver Pflanzenarten	Natur- und Geopark Steirische Eisenwurzen	ZAMG, NUP Steir. Eisenwurzen, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, WLW, Bergund, Naturwacht Stmk., LACON	FFG - Talente Regional	Helfried Scheifinger
EEA_Tender_HRL_VPP	Herstellung von Land Surface Phenology Produkten für die European Environmental Agency	VITO	ZAMG	EEA - EEA tender call	Helfried Scheifinger
E-Shape	Facilitator for identifying and integrating national and regional data repositories, citizen sciences	ARMINES paris-tech	ZAMG, FMI, DWD und 47 weitere	EU - H2020	Chris Schubert
EUMETNET Climate Programm	Vernetzung zwischen nationalen Wetterdiensten und zu europäischen klimabezogenen Organisationen	ZAMG	DHZ, OMSZ	Eumetnet - Climate programme	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	KLIEN - ACRP	Andreas Gobiet
FUSE-HD_Tirol	Analysen von Langzeit-Schneemessreihen des HD Tirol in der Vergangenheit und der Zukunft	ZAMG		Land Tirol	Marc Olefs
GCW-Glaciers	Monitoring von Gletscherentwicklung/-massenbilanz und Schneechemie am Sonnblick und auf der Pasterze	ZAMG		BMNT	Anton Neureiter
GCW-Permafrost-Monitoring	Sonnblick als Supersite im GCW-Netzwerk stärken und ausbauen	ZAMG	TU Wien, Georesearch	BMNT	Stefan Reisenhofer
Green&Resilient City	„Grüne und resiliente Stadt“: Steuerungs- und Planungsinstrumente für eine klimasensible Stadtentwicklung	BOKU	AIT, Green4Cities	FFG - Stadt der Zukunft	Astrid Kainz
Images of Change	Visualizing climate change causes in an inter- and transdisciplinary co-creation process for young people	Umweltbundesamt	ZAMG	KLIEN / ACRP	Rosmarie DeWit
KLAR! 2019	Unterstützung einreichender Gemeindeverbände bei Entwicklung lokaler Anpassungsmaßnahmen an Klimawandel	Umweltbundesamt	ZAMG	KLIEN - BMNT - KLAR!	Annemarie Lexer
LUCRETIA	The role of Land Use Changes on the development of intra-urban heat islands	ZAMG		KLIEN / ACRP - ACRP 11	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 Graz, Catalysts	FFG - ASAP 15	Helfried Scheifinger
SNOWLEDGE	Wissenschaftlich-technischer u. praktisch orientierter Umgang mit der Materie Schnee im Wintertourismus	UNI Innsbruck	ZAMG	FFG - Forschungskompetenzen für die Wirtschaft	Michael Butschek
SPIRIT 2019	Climate modellers, meteorologists and climate service providers address key questions concerning precipitation extremes	Uni Graz	ZAMG	KLIEN - ACRP	Andreas Gobiet
SR Tourism	ZAMG Beitrag zum "APCC Special Report on tourism, large culture and sport events and climate".	BOKU	Joanneum Research, ZAMG	KLIEN - ACRP 10	Marc Olefs
SustainableForestry	Kostenfunktions-Erstellung inkl. Klimawandel-Risikofaktoren, welche zu Produktionsausfällen führen könnten	ZAMG		Land NÖ - Landschaftsfonds	Christoph Matulla
Urban Green Lab	SchülerInnen wird das System Stadtklima - Grünraumplanung - Biodiversität näher gebracht	MK Landschaftsarchitektur e.U.	ZAMG	FFG - Talente Regional	Rosmarie DeWit
VerBewIng	Entwicklung von Methoden zur verformungsbasierten Beurteilung von Ingenieurtragwerken	AIT	ZAMG, Schimetta Consult ZT, 4D-IT GmbH	FFG - Mobilität d. Zukunft	Matthias Schlögl
WETRAX PLUS	Handlungsempfehlungen für Entwicklung der Klimawandelanpassungsstrategie für die Wasserwirtschaft	TU-Wien, ZAMG	Tu Wien, BMLFUW, BOKU, EODC, BfW	BMLFUW	Klaus Haslinger

# 2020 UMWELT

### NEUE UMWELTANALYSEN MIT SATELLITENDATEN

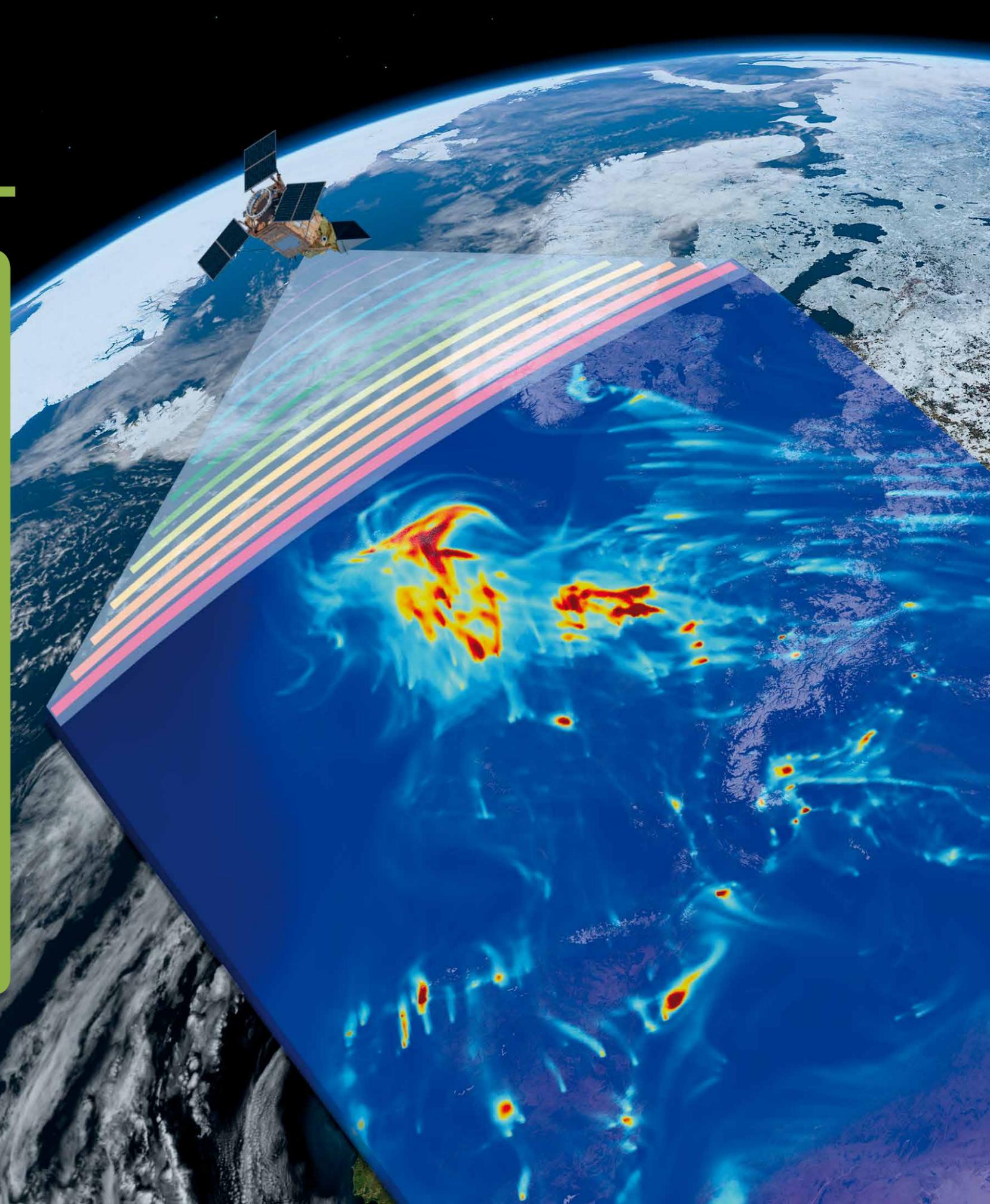
Daten von Satelliten spielten bisher bei Fragen der Luftqualität eine untergeordnete Rolle. Zur Beurteilung der aktuellen Luftgüte wurden vor allem Stationsmessungen und Modellsimulationen benutzt. Eine Schwachstelle war dabei, dass wichtige Informationen über die großflächige Verteilung fehlten. Mit dem neuen Umweltsatelliten Sentinel-5P können auch Satellitendaten genutzt werden, um Veränderungen von Schadstoffkonzentrationen flächendeckend mit einer Genauigkeit von etwa vier Kilometer zu untersuchen.

Die ZAMG nutzt die neuen Satellitendaten unter anderem im Projekt APP4AQ-p2, um Dienstleistungen für Luftgütefragen zu entwickeln. Mit den Messungen von Sentinel-5P ist auch möglich, die Modellrechnungen regelmäßig zu überprüfen und Vorhersagen mit entsprechenden Messdaten zu untermauern. Im Februar 2020 wurde beispielsweise die Verlagerung einer Staubwolke berechnet, die sich von der Westsahara in Richtung Kanarischer Inseln verlagerte. Es war eines der stärksten Ereignisse mit Saharastaub der letzten Jahre und stoppte den Flugverkehr auf mehreren Flughäfen.

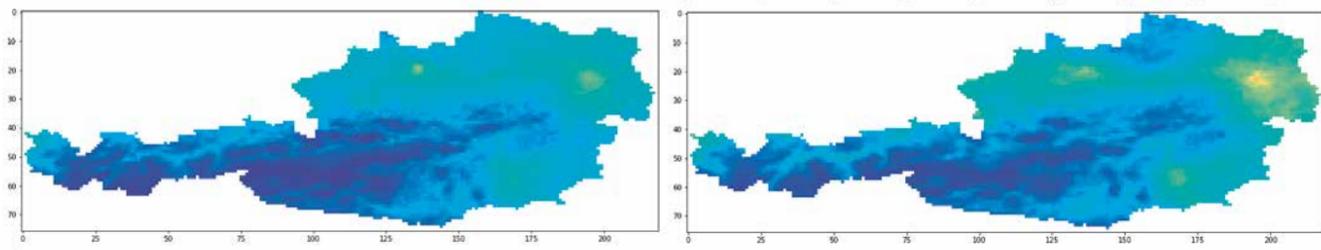
### NEW ENVIRONMENTAL ANALYSES WITH SATELLITE DATA

Up to now, data from satellites has played a subordinate role with regard to air quality, with station measurements and model simulations mainly used for assessing current air quality. One resulting weakness has been the absence of important information about large-scale distribution. With the new environmental satellite Sentinel-5P, satellite data can now also be used to investigate changes in pollutant concentrations over a wide area with an accuracy of about four kilometres.

ZAMG is using the new satellite data in the APP4AQ-p2 project to develop services for air-quality issues. With the Sentinel-5P measurements it is also possible to check the model calculation regularly and to substantiate predictions with corresponding measurement data. In February, for example, the displacement of a dust cloud was calculated, which moved from Western Sahara towards the Canary Islands. It was one of the strongest Saharan dust events in recent years and halted air traffic at several airports.



## COVID-19: WENIGER STICKSTOFFDIOXID COVID-19: LESS NITROGEN DIOXIDE



Vergleich Stickstoffdioxid 2020 (links) und 2019 (rechts)  
Comparison of nitrogen dioxide in 2020 (left) and 2019 (right)

Ein österreichisches Konsortium aus SISTEMA EOX IT und ZAMG betreibt die erste europäische Datenplattform, die eine hochwertige Grundlage zur Erforschung und Visualisierung chemischer Luftschadstoffe aus Satellitenmessungen und Modellrechnungen bietet. Damit wurde im Frühling 2020 der Rückgang von Stickstoffdioxid in Österreich als Folge der COVID-19-Maßnahmen flächendeckend analysiert. Je dichter eine Region besiedelt ist, desto stärker war der Effekt.

Stickstoffdioxid ist ein giftiges Spurengas, das bei der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Gas, Kohle und Öl entsteht und unter anderem in Abgasen von Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Öl- und Gas-Heizkesseln sowie von Gas- und Kohlekraftwerken vorkommt.

An Austrian consortium consisting of SISTEMA EOX IT and ZAMG is operating the first European data platform providing a high-quality basis for the research and visualization of chemical air pollutants from

satellite measurements and model calculations. Thus, in spring 2020 the decrease of nitrogen dioxide in Austria as a result of the COVID-19 measures was analysed on an area-wide basis. The more densely populated a region, the stronger the effect. Nitrogen dioxide is a toxic trace gas that is produced by the combustion of fossil fuels such as gas, coal and oil and is found, among other things, in exhaust gases from motor vehicles, aircraft, oil- and gas-fired boilers and gas- and coal-fired power stations.

## BRÄNDE BEI TSCHERNOBYL FIRES NEAR CHERNOBYL

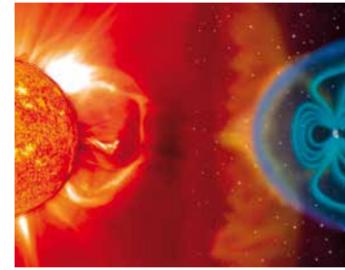


Im Frühling 2020 brachen in der Nähe von Tschernobyl (Ukraine) Waldbrände aus. Hier sind viele Böden immer noch von der Nuklearkatastrophe im Jahr 1986 radioaktiv verstrahlt. Bei Flur- und Waldbränden steigt die Luft in die Atmosphäre auf und kann die radioaktiven Teilchen weit ins Umland transportieren. Ab dem Beginn der Waldbrände berechnete in Österreich die Abteilung für Strahlenschutz im Klimaschutzmi-

nisterium täglich die Luftströmungen aus der Sperrzone Tschernobyls. Für diese Ausbreitungsberechnungen nutzte sie das TAMOS-System der ZAMG. Die Daten sowie die Messungen der Strahlenfrühwarnsysteme zeigten keine Hinweise auf erhöhte Strahlungswerte in Österreich.

In the spring of 2020, forest fires broke out near Chernobyl (Ukraine). Here,

much of the soil is still radioactively contaminated following the nuclear disaster in 1986. During wildfires and forest fires, the air rises into the atmosphere and can transport radioactive particles far into the surrounding area. As soon as the forest fires began, the Department for Radiation Protection in the Ministry of Climate Protection in Austria started calculating the air currents from the Chernobyl exclusion zone on a daily basis. For these dispersion calculations it used ZAMG's TAMOS system. The data as well as the measurements of the radiation early warning systems showed no indications of increased radiation levels in Austria.



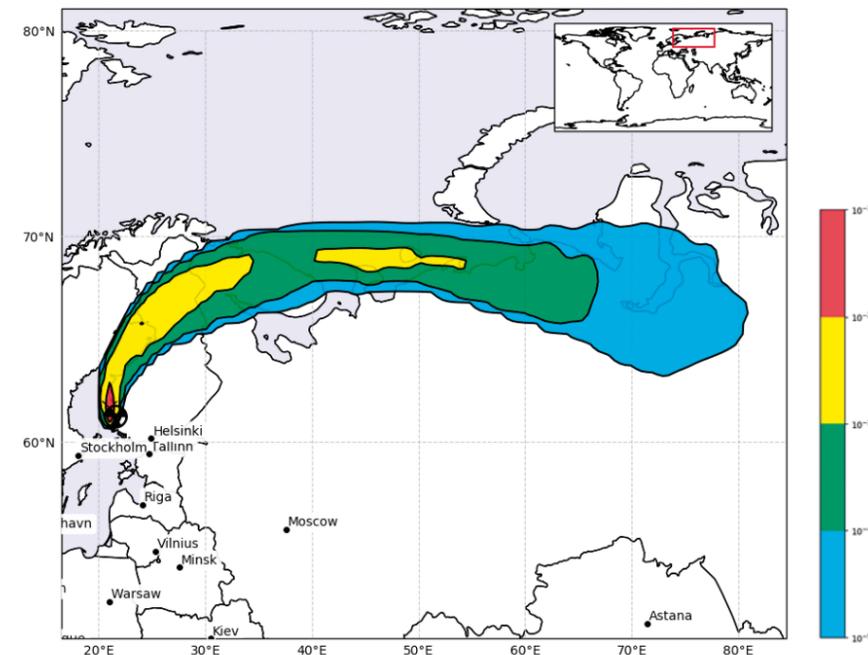
Da 2020 Veranstaltungen an der ZAMG nicht möglich waren, wurden mehrere Livestreams für Interessierte organisiert. Dabei ging es unter anderem um den Einfluss von COVID-19 auf Luftqualität, Wetterdaten und Bodenvibrationen sowie um das Erdmagnetfeld und die Möglichkeiten einer Wintervorhersage.

Since in 2020 events at ZAMG weren't possible, several livestreams for interested parties were organised instead. The topics discussed included the influence of COVID-19 on air quality, weather data and ground vibrations as well as the earth's magnetic field and the possibilities of a winter forecast.

Die ZAMG erstellte 2020 mehr als 100 Gutachten zu den Themen Schadstoff- und Geruchsausbreitung sowie erneuerbare Energien.

In 2020, ZAMG prepared more than 100 reports on the topics of pollutant and odour dispersion as well as renewable energies.

## EUROPAWEITE ÜBUNG: ZWISCHENFALL IN FINNISCHEM ATOMKRAFTWERK EUROPE-WIDE EXERCISE: INCIDENT AT A FINNISH NUCLEAR POWER PLANT



Berechnung der Ausbreitung der fiktiven radioaktiven Wolke aus einem AKW in Finnland  
Calculation of the dispersion of a fictitious radioactive cloud from a nuclear power plant in Finland

Folge hatte. Die Verlagerung der Schadstoffwolke wurde berechnet und die möglichen Maßnahmen der Krisenzentren in den einzelnen Staaten analysiert. Kuriosum am Rande: Kurz nach der Übung gab es in diesem Atomkraftwerk in Finnland tatsächlich einen Zwischenfall. Allerdings wurde schnell Entwarnung gegeben, da keine Radioaktivität freigesetzt wurde.

In December 2020, ZAMG participated in a Europe-wide exercise of the International Atomic Energy Agency. The assumption was that an accident had taken place in a Finnish nuclear power plant, which resulted in the release of a radioactive cloud. The toxic cloud's shift was calculated and the possible measures that the crisis centres in the individual states could take were analysed. Incidentally, shortly after the exercise an incident did indeed take place at the nuclear power plant in question in Finland. However, the all-clear was quickly given as no radioactivity had been released.

Im Dezember 2020 war die ZAMG Teil einer europaweiten Übung der Internationalen Organisation für Atomenergie. Annahme war ein Unfall in einem finnischen Atomkraftwerk, der die Freisetzung einer radioaktiven Wolke zur

## ANALYSEN UND PROGNOSEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN ANALYSES AND FORECASTS FOR RENEWABLE ENERGIES



Aufbau eines Messgeräts (SODAR-RASS) um mit Schall- und Radarwellen bodennahe Luftschichten zu analysieren  
*Construction of a measuring device (SODAR-RASS) to analyse air layers close to the ground with sound and radar waves*

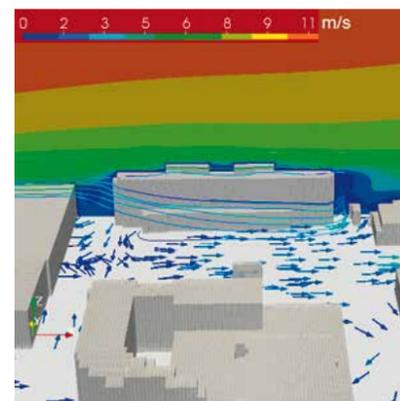
Für die Gutachten werden unter anderem mit Schall- und Radarmessungen Windprofile bis 1.000 Meter über Grund und Temperaturprofile bis 500 Meter Höhe erstellt.

*Wind, solar and hydroelectric power plants are highly dependent on the weather. ZAMG provides energy suppliers with special forecasts tailored to their specific requirements. In addition, expert opinions are prepared in order to be able to assess the quality of a site as accurately as possible in advance. Over the past 20 years, ZAMG has produced almost 2,000 site assessments in more than ten countries, including Austria, Germany, Hungary, Poland, Romania, Croatia, Vietnam and China. For the expert reports, wind profiles up to 1,000 metres above ground and temperature profiles up to 500 metres above ground are created using sound and radar measurements.*

Wind-, Solar- und Wasserkraftanlagen sind stark vom Wetter abhängig. Die ZAMG liefert für Energieversorger spezielle Vorhersagen, die auf die jeweiligen Anforderungen zugeschnitten sind. Außerdem werden Gutachten erstellt, um vorab möglichst genau die

Qualität eines Standortes bewerten zu können. In den letzten 20 Jahren erstellte die ZAMG knapp 2.000 Standortgutachten in mehr als zehn Ländern, darunter Österreich, Deutschland, Ungarn, Polen, Rumänien, Kroatien, Vietnam und China.

## LEHRGANG ZU KLEINWINDKRAFT UND PHOTOVOLTAIK COURSE ON SMALL WIND TURBINES AND PHOTOVOLTAICS



Strömungssimulation für Kleinwindkraftanlagen  
*Flow simulations for small wind turbines*

2020 endete der mehrjährige Innovationslehrgang SmartDER unter der Leitung des FH Technikum Wien zu dezentralen erneuerbaren Energiesystemen in besiedelten Gebieten. Das Team der ZAMG leitete das Modul „Standort als Schlüsselfaktor“. Dabei wurde unter anderem Wissen über Windmessungen und Strömungssimulation zur Standortbegutachtung für Kleinwindkraftanlagen vermittelt. Der Lehrgang wurde im Rahmen des Programms „Forschungskompetenz für die Wirtschaft“ der Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) finanziert.

*In 2020, a multi-year innovation course SmartDER on decentralised renewable energy systems in populated areas came to an end, led by FH Technikum Wien. The ZAMG team led the module “Location as a key factor”. Among other things, knowledge about wind measurements and flow simulation for site assessment of small wind turbines was imparted. The course was financed within the framework of the programme entitled “Research Competence for the Economy” by the Austrian Research Promotion Agency (FFG).*

## WINDKRAFTANLAGEN AUF EINFAMILIENHÄUSERN WIND TURBINES ON DETACHED HOUSES



Messungen im Energieforschungspark Lichtenegg  
*Measurements at the test facilities in the Energy Research Park Lichtenegg*

Das 2020 zu Ende gegangene Projekt SmallWindPower@Home der FH Technikum Wien untersuchte, wie effizient verschiedene Kleinwindkraftanlagen auf Einfamilienhäusern in Abhängigkeit von Faktoren wie der Dachform sind. Weiters wurden die Auswirkungen auf das Gebäude und die Umgebung hinsichtlich Schall und Vibrationen analysiert. Die Messungen an den Testaufbauten im Energieforschungspark Lichtenegg wurden mit Strömungsmodellen der ZAMG abgeglichen, die auch für Luftschadstoff- und Standortgutachten verwendet werden.

*The SmallWindPower@Home project of the University of Applied Sciences Technikum Wien, which ended in 2020, investigated how efficient various small wind turbines on detached houses are depending on factors such as the shape of the roof. Furthermore, the effects on the environment were analysed with regard to noise, infrasound, structure-borne noise and vibrations. The measurements at the test facilities in the Energy Research Park Lichtenegg were compared with ZAMG flow models, which are also used for site assessments.*

**Im Jahr 2020 arbeiteten an der ZAMG 107 Mitarbeiterinnen und 227 Mitarbeiter. Das Durchschnittsalter lag bei 40,5 bzw. 47,2 Jahren.**  
*In 2020, ZAMG employed 107 women and 227 men. The average age was 40.5 and 47.2 years respectively.*

## WETTER- UND SCHADSTOFFSENSOREN AN AMPELN WEATHER AND POLLUTANT SENSORS AT TRAFFIC LIGHTS



Sensor bei Ampelanlage in Wien (im oberen Bereich der Laterne)  
*Traffic lights with weather and environmental sensors (in the upper part of the lantern)*

Die Stadt Wien und die ZAMG wollen in den nächsten Jahren über 1.000 Ampelanlagen mit Wetter- und Umweltsensoren ausrüsten. Das ermöglicht mittels „Big Data Analytics“ eine Vielzahl von Anwendungen wie das Auffinden von Hitzeinseln und die Verbesserung der Luftqualität durch eine intelligente Verkehrsflusssteuerung. 2020 wurde die Machbarkeitsstudie positiv abgeschlossen und in Wien wurden acht Gateways für Temperatur-, Feuchte-, Schadstoff- und Schallsensoren eingerichtet (1., 3. und 19. Bezirk). Das System ist für LoRaWAN ausgelegt, einem Netzwerk, das regionale Datentransfers ermöglicht, wie sie für Anforderungen des IoT (Internet der Dinge) benötigt werden.

*In the next few years, the City of Vienna and ZAMG intend to equip more than 1,000 traffic lights with weather and environmental sensors, thereby enabling through the use of “big data analytics” a wide range of applications such as the detection of heat islands and the improvement of air quality through intelligent traffic-flow control. In 2020, the feasibility study was successfully completed and eight gateways for temperature, humidity, pollutant and sound sensors were set up in Vienna (1st, 3rd and 19th districts). The system is designed for LoRaWAN, a network that enables regional data transfers, as required for the IoT (Internet of Things).*



**Paul Skomorowski**  
ZAMG Umweltmeteorologe  
*Paul Skomorowski*  
ZAMG Environmental Meteorologist



## WELTWEIT DIE AUSBREITUNG GEFÄHRLICHER SUBSTANZEN BERECHNEN CALCULATING THE SPREAD OF HAZARDOUS SUBSTANCES WORLDWIDE

*Paul Skomorowski entwickelt, implementiert und wartet an der ZAMG das atmosphärische Krisenmodellsystem ENVINER für die nationale und internationale Krisenfallvorsorge, unter anderem in Zusammenarbeit mit der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und der Organisation des Vertrags über ein umfassendes Verbot von Nuklearversuchen (CTBTO).*

### Was berechnet das Krisenmodellsystem ENVINER?

Es gibt zwei Varianten: Entweder man berechnet, wohin sich von einem bestimmten Punkt aus Teilchen in der Atmosphäre in den nächsten Stunden oder Tagen verlagern, zum Beispiel nach einem Unfall in einem Atomkraftwerk. Oder man berechnet, woher Teilchen in der Luft kommen. Wenn man zum Beispiel wissen will, wodurch ein plötzlicher Anstieg von Schadstoffen verursacht wird.

### Was ist in diesem Bereich die internationale Aufgabe der ZAMG?

Wir sind im Auftrag der Weltorganisation für Meteorologie eines von weltweit zehn Zentren für Rückwärtsrechnungen, ein sogenanntes Regional Specialized Meteorological Centre (RSMC). Wird irgendwo auf der Erde erhöhte Radioaktivität gemessen, startet unser Ausbreitungsmodell. So lässt sich 10 bis 15 Tage zurück die Quelle bestimmen. Derzeit läuft auch unsere Bewerbung als RSMC für Vorwärtsrechnungen, also für die Thematik, wohin sich aktuelle Schadstoffwolken verlagern werden.

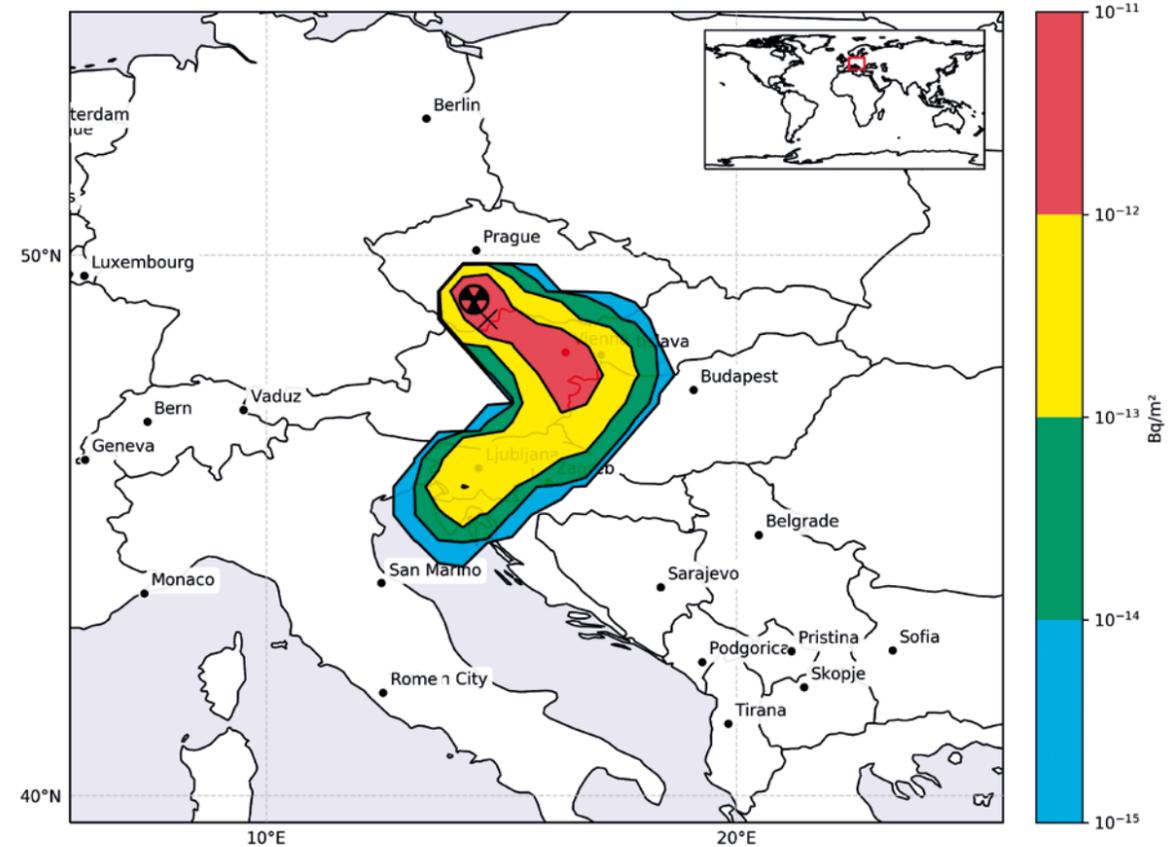
### Wer nutzt die Modellergebnisse in Österreich?

Vor allem das staatliche Krisen- und Katastrophenschutzmanagement. Wir haben für den Österreichischen Strahlenschutz mit dem Umweltbundesamt ein Modellsystem entwickelt. Damit kann bei einem nuklearen Zwischenfall im Großraum Europa die Bereitschaft Strahlenschutz jederzeit über eine Benutzeroberfläche eine Berechnung unseres Modellsystems starten, um eine erste Einschätzung der Bedrohung Österreichs zu erhalten. Wir entwickeln diese Ausbreitungsmodelle ständig weiter, zum Beispiel auf immer feinere Auflösungen.

### Was sind weitere Anwendungen?

Zum Beispiel arbeiten wir derzeit im Auftrag des Klimaschutzministeriums an Berechnungen von Radioaktivität in unterschiedlichen Flughöhen zur Sicherung des Flugverkehrs. Im Rahmen des Projekts ABC-MAUS entwickeln wir für das Bundesheer neue Modellansätze für Kampfmitelesätze sowie für terroristische Bedrohungen wie sogenannte Dirty Bombs oder Anschläge auf Waffenlager. Aber auch Ausbreitungsrechnungen nach chemischen Unfällen und bei Waldbränden sind Anwendungsbereiche.

*Paul Skomorowski develops, implements and maintains the atmospheric model system ENVINER for national and international crisis preparedness at ZAMG, in cooperation with, among others, the World Meteorological Organization (WMO) and the Preparatory Commission*



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

for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO).

### What does the ENVINER crisis model system?

There are two different types: You can either calculate where particles in the atmosphere will shift to from a certain point in the next few hours or days, for example after an accident in a nuclear power plant. Or you can calculate where particles in the air have come from – for example, if you want to know the reason for a sudden increase in pollutants.

### What is ZAMG's international task in this area?

Working on behalf of the World Meteorological Organization (WMO), we are one of ten centres worldwide for backward

calculations, known as a Regional Specialized Meteorological Centre (RSMC). If increased radioactivity is measured anywhere on earth, our dispersion model is launched, allowing the source to be determined 10 to 15 days previously. We are also currently in the process of applying to be an RSMC for forward projections, i.e. projections of where current pollution clouds will shift to.

### Who uses the model results in Austria?

Primarily Austria's State Crisis and Disaster Management. We have developed a model system for Austrian radiation protection together with the Environment Agency Austria. In the event of a nuclear incident in the Europe area, the Radiation Protection department can start a calculation of our model system

at any time via a user interface in order to obtain an initial assessment of the threat to Austria. We are constantly developing these propagation models further, for example to ever finer resolutions.

### What are the additional applications?

We are working on behalf of the Federal Ministry, for example, on radioactivity calculations at different altitudes to secure air traffic. As part of the ABC-MAUS project, we are developing new model approaches for the armed forces for the use of ordnance and for terrorist threats such as dirty bombs or attacks on weapons depots. However, spread calculations after chemical accidents and forest fires are also areas of application.

KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
ABC-MAUS	Modellierung atmosphärischer Ausbreitung nach Einsatz von ABC Kampfmitteln für 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-2019	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	Instrumententwicklung zur verbesserten Detektion von Waldbränden und Integration in Ausbreitungsmodelle	ZAMG	-	BMVIT - ASAP	Marcus Hirtl
Geruchsmodell-Vergleich	Verwendung eines Datensatzes des Arbeitskreises "Forum Geruch" um Qualität von Ausbreitungsmodellen zu testen	VetMed Wien	ZAMG	FWF - Lise Maitner Programm	Martin Piringer
INTERACT II	Building capacities f. identifying, understanding, predicting and responding to environmental changes	University Lund	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	LUNDS University, Lund, Sweden	ZAMG	EU - H2020 - INF-RAIA-2018-2020	Elke Ludewig
MiTrAs	Entwicklung von Verfahren der Satellitenbilddauswertung zum Monitoring, Früherkennung und Trendanalyse	AIT	Universität für Weiterbildung Krems (Donau-Universität Krems), ZAMG, SYN-YO GmbH, International Centre for Migration Policy Development, BMI, Research Institute AG & Co KG, BMLV	FFG - KIRAS	Michael Avian
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 Kleinwindkraftanlage in Wien-Floridsdorf	Technikum Wien GmbH	ZAMG, AEE NÖ-Wien, AIT, CleanVerTec, Energiewerkstatt, Solveto, BOKU	FFG	Kathrin Baumann-Stanzer
smart(D)ER	Identifizierung und Bearbeitung zukunftsrelevanter Themen wie Kleinwindkraftanlagen und Solarenergie	FH Technikum Wien	AEE NÖ, Solveto, EWS, AIT, OFI, E-Control, Avantsmart	FFG - BMVFW Innovationslehrgänge	Kathrin Baumann-Stanzer

# 2020

# GEOPHYSIK

# GEOPHYSICS

## GEOPHYSIK MACHT RÖMISCHE VILLA AM ATTERSEE SICHTBAR

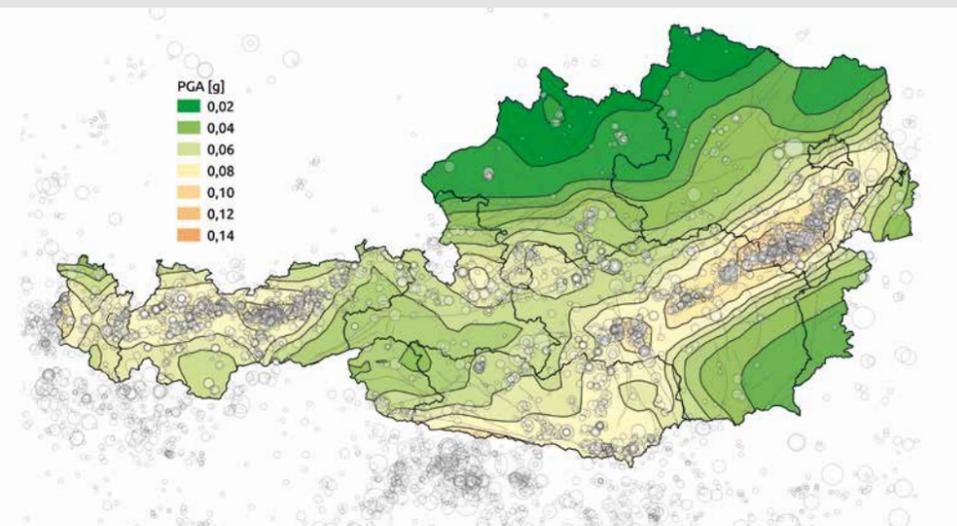
Schon vor 1.800 Jahren haben Römer ihre Sommerfrische im Salzkammergut verbracht, wie Ausgrabungen der letzten Jahre in Weyregg belegen. Bei Vorbereitungen zu einem Neubau wurden jetzt Reste einer luxuriösen Villa freigelegt. Der Einsatz von Geomagnetik und Georadar durch ZAMG Archeo Prospections ermöglichte die Visualisierung dieser Villa mit Seeblick aus der Zeit der Römer. Die Ausgrabung der Universität Salzburg und der OÖ Landes-Kultur GmbH, die im Mai 2020 der Öffentlichkeit präsentiert wurde, legte Teile eines hervorragend erhaltenen Mosaiks, Reste von Wandmalerei sowie Teile von Fußboden- und Wandheizungen frei. Es ist das mit Abstand größte bekannte Römermosaik in Oberösterreich und zierte den Boden einer 31 Meter langen Wandelhalle. Geophysikalische Untersuchungen zeigen, dass diese Wandelhalle noch auf ganzer Länge erhalten ist und daher wohl auch das Mosaik. Das Wissenschafts-Team nimmt an, dass noch weitere Mosaik weitgehend intakt unter der Erde zu finden sind.

## GEOPHYSICS MAKES ROMAN VILLA AT ATTERSEE VISIBLE

As far back as 1,800 years ago, Romans spent their summer holidays in the Salzkammergut, as excavations in recent years in Weyregg have proven. Now, during preparatory work for a new building, the remains of a luxurious villa have been uncovered. The use of geomagnetics and georadar by ZAMG Archeo Prospections enabled the visualisation of this Roman villa with its lakeside view. The excavation by the University of Salzburg and OÖ Landes-Kultur GmbH, which was presented to the public in May 2020, uncovered parts of an excellently preserved mosaic, remains of wall paintings, and parts of floor and wall heating systems. It is by far the largest known Roman mosaic in Upper Austria and adorned the floor of a 31-metre-long reception hall. Geophysical examinations show that the entire length of this hall is still preserved, and therefore probably also the mosaic. The science team assumes that other mosaics are also to be found largely intact beneath the ground.



## NEUE ERDBEBENGEFÄHRDUNGSKARTE NEW EARTHQUAKE HAZARD MAP



Die neue Erdbebengefährdungskarte wird eine Grundlage für die Normungsgremien der ÖNORM  
*The new seismic hazard map serves as a basis for the ÖNORM standardisation committees*

Die ZAMG zeigte auf der Konferenz der European Geosciences Union (EGU) im Mai 2020 den aktuellen Stand einer neuen Erdbebengefährdungskarte für Österreich. Die Verbesserungen basieren auf dem überarbeiteten Erdbebenkatalog und zusätzlichen Messdaten aus den letzten 25 Jahren mit einem stark verdichteten seismischen Messnetz. Die Erdbebengefährdung beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der an einem bestimmten Standort

eine gewisse Bodenbeschleunigung innerhalb eines definierten Zeitraums erreicht oder überschritten wird. Das Wissen kann zur Risikoverminderung genutzt werden, indem in gefährdeten Gebieten eine erdbebensichere Bauweise angewendet wird.

*ZAMG presented the current status of a new earthquake hazard map for Austria at the conference of the European Geosciences Union (EGU) in May 2020. The*

*improvements are based on the revised earthquake catalogue and additional measurement data from the last 25 years with a highly condensed seismic measurement network. The seismic hazard describes the probability of a certain ground acceleration being reached or exceeded at a certain location within a defined period of time. The knowledge can be used to reduce risk by applying earthquake-resistant construction methods in areas at risk.*

## EU-KRISENSYSTEM FÜR NATURKATASTROPHEN EU NATURAL-DISASTER CRISIS SYSTEM



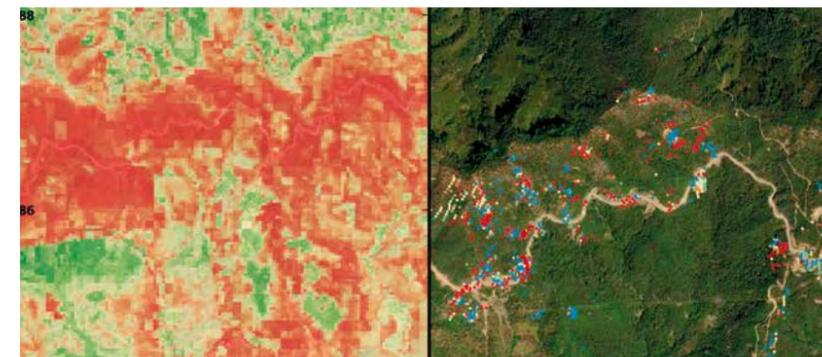
Vorhersagezentrale der ZAMG in Wien  
*ZAMG's forecasting centre in Vienna*

Mit November 2020 wurde das Projekt ARISTOTLE fixer Bestandteil des europäischen Amtes für humanitäre Hilfe und Katastrophenschutz. ARISTOTLE ist ein virtueller Kontrollraum für weltweite Naturkatastrophen, speziell für Erdbeben, Vulkanausbrüche, Tsunamis, Überschwemmungen, Extremwetter und Waldbrände. Ziel ist, die Auswirkungen von Naturkatastrophen schnell und gut zu bewerten, um effizient internationale Hilfskräfte zu mobilisieren. Die ZAMG koordiniert ARISTOTLE mit Italiens Nationalem Institut für Geophysik und Vulkanologie (INGV). 15 europäische Länder sind beteiligt.

*In November 2020, the ARISTOTLE project became a permanent part of the European Office for Humanitarian Aid and Civil Protection. ARISTOTLE is a virtual control-room for worldwide natural disasters, specifically earthquakes, volcanic eruptions, tsunamis, floods, extreme weather and wildfires. The aim is to assess the impact of natural disasters quickly and thoroughly in order to mobilise international relief forces efficiently. ZAMG coordinates ARISTOTLE with Italy's National Institute of Geophysics and Volcanology (INGV). Fifteen European countries are involved.*

**Das Beben in Zagreb im Dezember 2020 wurde in allen Bundesländern Österreichs verspürt. Die ZAMG erhielt 14.000 Wahrnehmungsberichte über die Website.**  
*The December 2020 Zagreb quake was felt in every province in Austria. ZAMG received 14,000 perception reports via the website.*

## NATURGEFAHREN PER SATELLIT ANALYSIEREN ANALYSING NATURAL HAZARDS BY SATELLITE



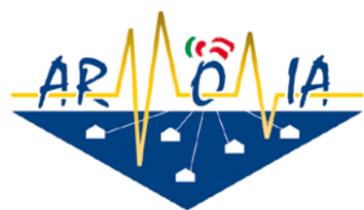
Modellierte Eintrittswahrscheinlichkeit von Hangrutschungen (links) und aus Satelliten gemessene Bodendeformationen (rechts) in Myanmar  
*Modelled landslide susceptibility (left) and satellite based terrain deformation (right) in Myanmar*

Die Erdbeobachtung (EO) per Satellit kann dazu beitragen, Auswirkungen von Naturgefahren zu reduzieren, indem sie Grundlagen für eine Gefahrenabschätzung bereitstellt. Diese werden zur Bewertung von Exposition und Risiko sowie zur Überwachung des Wie-

deraufbaus eingesetzt. Die ZAMG ist Teil des internationalen Konsortiums EO4SD-DRR und analysiert Daten der Sentinel-Satelliten (Themen Oberflächendeformationen, Hangrutschungsdetektion), um ein effektives Capacity Buidling (Hilfe zur Selbsthilfe) in den

Entwicklungsländern aufzubauen. Seit 2020 werden in ausgewählten Entwicklungsländern EO-basierte Services an die lokalen Bedürfnisse angepasst und Entscheidungsträger in der Umsetzung unterstützt.

*Earth observation using satellite data helps to reduce the impact of natural hazards by providing a comprehensive data basis for exposure and risk assessment as well as for monitoring reconstruction measures. ZAMG is part of EO4SD-DRR international consortium and analysis Sentinel-1 satellite data (terrain deformation, landslides detection) in order to support effective capacity building initiatives in developing countries. Since 2020 EO-based services have been adapted to local needs in selected developing countries and supported decision makers in the implementation and management of such measures.*



Im Dezember 2020 fand eine öffentliche **Online-Veranstaltung des Projekts ARMONIA** statt, mit einer Direktschaltung in die Einsatzzentrale in Palmanova. Sieben Organisationen aus Italien und Österreich entwickeln grenzüberschreitende Strategien für das Management von Naturgefahren mit Schwerpunkt Erdbeben. Die ZAMG hat dabei in Kärnten und Tirol sechs neue Erdbebenstationen installiert und ein Test-Gebäude in Innsbruck mit Sensoren bestückt und liefert Analysen aus der historischen Erdbebenforschung.  
*In December 2020, a public online event of the ARMONIA project took place, with a direct link to the operations centre in Palmanova. Seven organisations from Italy and Austria are developing cross-border strategies for the management of natural hazards with a focus on earthquakes. ZAMG has installed six new earthquake stations in Carinthia and Tyrol, equipped a test building in Innsbruck with sensors, and is providing analyses from historical earthquake research.*

## TAUCHROBOTER FÜR ARCHÄOLOGIE UND INDUSTRIE DIVING ROBOTS FOR ARCHAEOLOGY AND INDUSTRY



Im Februar 2020 teste die ZAMG im Hallenbad Neunkirchen einen neuen Tauchroboter. Er kann bis in Tauchtiefen von 200 Meter betrieben werden und besitzt eine 4K UHD Kamera und einen Greifarm, um Proben vom Grund zu nehmen. Eine Anwendung des

Tauchroboters wird bei der archäologischen Vermessung des Seebodens von Mondsee und Attersee sein, einem vom Land Oberösterreich und der Universität Wien geförderten Projekt, das die ZAMG gemeinsam mit LBI ArchPro durchführt.

Erste Tests mit dem archäologischen Tauchroboter im Erholungszentrum Neunkirchen in Niederösterreich.  
*Initial tests with the archaeological diving robot at Neunkirchen Leisure Centre in Lower Austria.*

*In February 2020, ZAMG will test a new diving robot in the indoor swimming pool in Neunkirchen. It can operate to diving depths of 200 metres and has a 4K UHD camera and a grab arm to take samples from the bottom. One application of the diving robot will be in the archaeological survey of the lake bottoms of Mondsee and Attersee, a project funded by the province of Upper Austria and the University of Vienna, which ZAMG is carrying out jointly with LBI ArchPro.*

## FELDLAGER VON „LA GRANDE ARMÉE“ IN NIEDERÖSTERREICH ENTDECKT CAMP OF „LA GRANDE ARMÉE“ DISCOVERED IN LOWER AUSTRIA



Im Oktober 2020 besichtigte Verteidigungsministerin Klaudia Tanner mit Vertretern der französischen Botschaft am Übungsplatz des Bundesheeres im niederösterreichischen Steinfeld einen außergewöhnlichen archäologischen Fund: ein Feldlager der französischen „La Grande Armée“ aus dem Jahre 1805.

Forscher des Amtes für Rüstung und Wehrtechnik (ARWT) des Bundesheeres, des Ludwig-Boltzmann-Instituts und der ZAMG entdeckten das außergewöhnliche Lager durch Zufall. Im Rahmen einer Erprobung von Sensortechniken am Rande des Schießplatzes südlich von Sollenau fanden die Experten nicht nur wie geplant Kampfmittel, sondern auch die archäologischen Umrisse.

Dieser Fund ist der einzige belegte Fall eines französischen Feldlagers in Österreich. Gefunden wurden unter anderem Keramiken, Knochenreste, Musketenkugeln und Knöpfe.

*This find is the only documented case of a French field camp in Austria. Among other things, ceramics, bone remains, musket balls and buttons were found.*

*In October 2020, Austrian Defence Minister Klaudia Tanner and representatives of the French Embassy visited an exceptional archaeological find at the Austrian Armed Forces' training ground in Steinfeld, Lower Austria: a field camp of the French "La Grande Armée" dating from 1805.*

*Researchers from the Office of Armament and Defence Technology (ARWT) of the Austrian Armed Forces, the Ludwig Boltzmann Institute and ZAMG discovered the unusual camp by chance. While testing sensor technologies on the edge of the firing range south of Sollenau, the experts not only found ordnance as planned, but also archaeological outlines.*

## NEUE ENTDECKUNGEN IN STONEHENGE NEW DISCOVERIES AT STONEHENGE



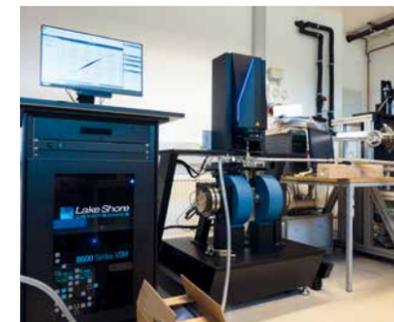
Im Projekt wird die Umgebung von Stonehenge flächendeckend mit geophysikalischen Methoden wie Bodenradar und Magnetometer vermessen  
*In the project, the area surrounding Stonehenge is being surveyed using geophysical methods such as ground penetrating radar and magnetometers*

ZAMG und LBI ArchPro sind Teil des internationalen Forschungsprojekts „The Stonehenge Hidden Landscapes Project“. 2020 wurden in Durrington Walls, drei Kilometer von Stonehenge entfernt, Hinweise auf rund 200 stehende Steine gefunden, die bis zu vier-einhalb Meter hoch waren. Die Entdeckung wurde ohne Grabung gemacht, nur mit Hilfe von geophysikalischen Methoden wie Bodenradar und Magnetfeldmessungen sowie mit spezieller Software zur Auswertung und Visualisierung. Die Anlage könnte das größte bisher bekannte Steinmonument Großbritanniens sein.

*ZAMG and LBI ArchPro are part of the international research project called "The Stonehenge Hidden Landscapes Project". In 2020, evidence of around 200 standing stones up to four and a half metres in height was found at Durrington Walls, three kilometres from Stonehenge. The discovery was made without excavation, using only geophysical methods such as ground-penetrating radar and magnetic field measurements, as well as special software for evaluation and visualisation. The site could be Britain's largest known stone monument to date.*

**Das seismische Messnetz der ZAMG, mit rund 50 Stationen, wurde 2020 um Seismometer in Allentsteig, Villach, Hall in Tirol und in den Seetaler Alpen erweitert.**  
*In 2020, ZAMG's seismic monitoring network with about 50 stations was expanded to include seismometers in Allentsteig, Villach, Hall in Tyrol and in the Seetal Alps.*

## NEUE MAGNETIK-METHODE FÜR 56 MILLIONEN JAHRE ALTE KLIMASPUREN NEW MAGNETICS METHOD FOR 56-MILLION-YEAR-OLD CLIMATE TRACES



Die ZAMG entwickelte im Projekt eine neue Methode, um mit dem hochpräzisen Magnetometer auf der Hohen Warte in Wien Kristalle mit einer Größe von weniger als ein Tausendstel Millimeter zu analysieren, ohne die Sedimentprobe zu zerstören.

*In the project, ZAMG developed a new method to analyse crystals less than one thousandth of a millimetre in size with the high-precision magnetometer on the Hohe Warte in Vienna without destroying the sediment sample.*

Die Universität Utah, das Naturhistorische Museum der Smithsonian Institution Washington und die ZAMG entwickelten 2020 eine neue Methode, um in Millionen Jahre alten Sedimenten aus Meeren die magnetischen Reste von Bakterien zu analysieren. So können die Folgen von raschen Klimaschwankungen in der Erdgeschichte und ihre Auswirkungen auf das Ökosystem noch besser erforscht werden.

Ein Beispiel für eine untersuchte Klimaschwankung ist das Paläozän-Eozän Temperaturmaximum vor etwa 56 Millionen Jahre, als sich das Erdklima in weniger als 5.000 Jahren um fünf bis acht Grad erwärmte. Die Ursache ist unklar und könnte mit einer massiven Zunahme an Kohlenstoff in der Atmosphäre zu tun haben.

*In 2020, the University of Utah, the Natural History Museum of the Smithsonian Institution Washington and ZAMG developed a new method to analyse the magnetic remains of bacteria in million-year-old sediments from oceans. As a result, the consequences of rapid climate fluctuations in the earth's history and their effects on the ecosystem can now be researched even better.*

*An example of a climate fluctuation that has been studied is the Paleocene-Eocene temperature maximum about 56 million years ago, when the earth's climate warmed by five to eight degrees in less than 5,000 years. The cause is unclear and may have had to do with a massive increase in carbon in the atmosphere.*



**Maria-Theresia Apoloner**  
Seismologin an der ZAMG

*Maria-Theresia Apoloner*  
Seismologist at ZAMG



## STÄRKSTER RÜCKGANG MENSCHLICH VERURSACHTER VIBRATIONEN IM BODEN LARGEST RECORDED DECREASE OF HUMAN-INDUCED VIBRATIONS IN THE GROUND

*Maria-Theresia Apoloner ist Seismologin an der ZAMG und erarbeitete Österreichs Beitrag zur weltweiten Studie von 66 internationalen Organisationen über die Änderungen der Bodenvibrationen als Folge der COVID-19-Maßnahmen.*

**Wie waren die Lockdowns messbar?**  
Seismometer messen nicht nur Erdbeben, Explosionen und Vulkanausbrüche. Sie registrieren auch Vibrationen im Erdboden durch Verkehr und Industrie. Das Seismometer in Wien registrierte im Frühling 2020, im ersten Lockdown, um bis zu 25 Prozent weniger Bodenvibrationen. In Damüls, in Vorarlberg, war es sogar kurzzeitig um bis zu 60 Prozent ruhiger.

**War das weltweit ähnlich?**  
Im weltweiten Mittel ging die seismische Bodenunruhe von März bis Mai 2020 um rund 50 Prozent zurück. Es war der längste und markanteste Rückgang von menschlich verursachten Vibrationen der Messgeschichte. Selbst touristische Aktivitäten waren in den Messungen der Erdbebenstationen sichtbar. Auf Barbados, in der Karibik, ging die seismische Bodenunruhe bereits ein bis zwei Wochen vor der Ausgangssperre deutlich zurück. Der Vergleich mit Flugdaten ergab, dass in dieser Zeit viele Touristen abreisten und die Zahl der Flüge allmählich zurückging. Daten aus einem 380 Meter tiefen Bohrloch in Auckland (Neusee-

land) zeigten, dass menschliche Aktivitäten auch einige hundert Meter in der Erde noch messbar sind.

**Wie werden die Daten verwertet?**  
Die während der Lockdowns gemessenen Daten sind künftig für viele Bereiche wichtige Referenzwerte. Denn durch Menschen verursachte seismische Bodenunruhe ist meist störend bei den Messungen und muss mit aufwändigen Verfahren herausgerechnet werden. Die neuen Daten helfen, industrie- und verkehrsbedingte Erschütterungen besser zu identifizieren. Außerdem zeigen uns die Daten, wo sich in Österreich Gebiete mit sehr geringer Bodenunruhe befinden, die optimale neue Standorte für Seismometer wären. Weiters nutzen die Daten bei Fragen der Erdbebengefährdung. Je genauer wir über den Untergrund Bescheid wissen, desto besser lässt sich die Erdbebengefährdung einer Region bestimmen, die wiederum in Baunormen eingeht.

**Wie war die internationale Zusammenarbeit in Zeiten der Lockdowns?**  
Es war faszinierend, wie schnell und unkompliziert die Idee der Studie in einer gemeinsamen Arbeit von 66 Organisationen aus allen Teilen der Erde umgesetzt wurde. Die gesamte Auswertung und das Verfassen der Publikation wurde online koordiniert und schon im Juli 2020 im Wissenschaftsjournal Science veröffentlicht.



ZAMG-Seismologin Apoloner beim Einrichten einer seismologischen Messung  
*ZAMG seismologist Maria-Theresia Apoloner setting up a seismological measurement*

*Maria-Theresia Apoloner is a seismologist at ZAMG and prepared Austria's contribution to the worldwide study of 66 international organisations on the changes in ground vibrations as a consequence of the COVID-19 measures.*

**How were the lockdowns measurable?**  
*Seismometers not only measure earthquakes, explosions and volcanic eruptions, they also register vibrations in the ground caused by traffic and industry. The seismometer in Vienna registered up to 25 percent fewer ground vibrations in spring 2020 – the first lockdown. In Damüls in Vorarlberg, the measured values even decreased by up to 60 percent for a short time.*

**Was it similar around the world?**  
*Globally, seismic ground unrest decreased by about 50 percent on average between March and May 2020. It was the longest*

*and most striking decrease in human-induced vibrations in measurement history. Even tourist activities were visible in the measurements of the earthquake stations. On Barbados in the Caribbean, seismic ground disturbance already dropped significantly a week or two before the curfew. Comparison with flight data showed that many tourists departed during this period and the number of flights gradually decreased. Data from a 380-metre-deep borehole in Auckland, New Zealand, showed that human activity can still be measured several hundred metres underground.*

**How will the data be used?**  
*The data measured during the lockdowns will be important reference values for many areas in the future. This is because seismic ground disturbance caused by humans usually interferes with the measurements and has to be calculated using com-*

*plex procedures. The new data will help us better identify industrial and traffic-related vibrations. In addition, the data shows us where in Austria there are areas with very low ground unrest that would be optimal new locations for seismometers. The data will also be useful when it comes to earthquake hazard-related issues. The more precise our knowledge of the subsurface, the better we can determine the earthquake risk of a region, which in turn is incorporated into building standards.*

**What was the international cooperation like during the lockdowns?**  
*It was fascinating to see how quickly and straightforwardly the idea of the study was implemented in a joint effort by the 66 organisations from all over the world. Both the evaluation and writing of the publication were coordinated online and published in the journal Science as early as July 2020.*



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
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 - 7. Ausschreibung	Ingrid Schlögel
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	Projektschwerpunkt ist die Erforschung von Polumkehrungen, deren Ursachen und Konsequenzen	ZAMG	Montanuni Leoben, NGU, Uni Montpellier, Joanneum	FWF	Roman Leonhardt
Geomagnetic storm prediction	Predicting geomagnetic storms and the position of the auroral oval position with enhanced lead time	Space Research Institute (IWF) Graz	-	FWF	Roman Leonhardt
GeoTief EXPLORE	Integrative Maßnahmen z. systematischen Erkundung/Nutzbarmachung d. Tiefen Geothermie im Wiener Becken	Wien Energie	ZAMG	FFG - Klima und Energiefonds	Marie-Theresia Apoloner
Histor. Erdbebenforschung	Historische und rezente Erdbebentätigkeit in Tirol – Quellen, Daten, seismologische Analyse	ZAMG	-	Land Tirol, ASFINAG, VERBUND, Fachgruppe der Seilbahnen Tirol, TIWAG, ÖBB	Christa Hammerl
HTPO	Untersuchung des Ursprungs des Thermalwasservorkommens im Bereich Laa/Thaya - Pasohlávky	Masaryk Universität, Brno	Geologische Bundesanstalt	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung	Fee Rodler
InfoSYS	Counter IED/UXO Aufklärung für die Kampfmittelsuche	LBI ArchPro	ZAMG	FFG - Kooperative F&E Projekte, Industrielle Forschung, Experimentelle Entwicklung	Ingrid Schlögel
SafeDeepMining	Erstellung eines Trainingsprogramms für Tätigkeiten im tieferen Bergbau zur Sicherheit der Bergleute	Montanuniversität Leoben	Sanire, Univ. of Queensland, Geodata group, Clausenthal Univ., KGHM Cuprum Ltd., Wolfram Bergbau und Hütten AG, TU Bergakademie Freiberg, Politechnika Slaska	EIT	Wolfgang Lenhardt
SCI-BIM	Urban Mining nutzt Materialbestand in Infrastrukturen um den Verbrauch von Primärressourcen zu minimieren	TU Wien	TU Wien, Vermessung Meixner UTC Umwelttechnik und Geoconsulting ZT GmbH	FFG - Stadt der Zukunft	Ingrid Schlögel
SeisRockHT	Seismic Rockfall Monitoring der Region Hohe Tauern	ZAMG	Uni Salzburg, Mertl Research GmbH, TU Graz, alpS	ÖAW	Wolfgang Lenhardt

# 2020 CONRAD OBSERVATORIUM

THE CONRAD OBSERVATORY

## KIPPT DAS MAGNETFELD?

Das Magnetfeld der Erde schützt alle Lebewesen vor gefährlicher Strahlung der Sonne und aus dem Weltraum. In den letzten über drei Milliarden Jahren gab es mehrmals Umpolungen zwischen Nord- und Südpol, in denen das Magnetfeld fast vollständig zusammenbrach. In den rund 180 Jahren, in denen der Mensch die Magnetfeldstärke mit Instrumenten misst, hat sie um zehn Prozent abgenommen. Eine ähnliche Abnahme gab es oft vor Polsprüngen, wie Rekonstruktionen zeigen. Ein Projekt der Montanuniversität Leoben und der ZAMG soll das Verständnis von derartigen Feldabnahmen verbessern. Dazu dienen unter anderem Gesteinsproben der Vulkaninsel St. Helena im Südatlantik (siehe Bild), die 2020 im Labor des Conrad Observatoriums untersucht wurden. Beim Abkühlen von Lava richten sich die magnetischen Teilchen nach dem aktuellen Magnetfeld aus und bleiben über Tausende und Millionen Jahr erhalten. St. Helena erlebte sehr oft Vulkanausbrüche, daher sind hier Schicht für Schicht viele Informationen über das Magnetfeld der Erde enthalten. Auch im steirischen Vulkanland wurden für das Projekt Proben entnommen. Sie stammen aus der Zeit einer Feldumkehr vor rund zweieinhalb Millionen Jahren.

## IS THE MAGNETIC FIELD TILTING?

The earth's magnetic field protects all living things from dangerous radiation from the sun and outer space. Over the last three billion years, there have been several reversals of polarity between the north and south poles, during which the magnetic field almost completely collapsed. In the 180 or so years that humans have been measuring magnetic field strength with instruments, it has decreased by ten percent. A similar decrease often occurred before pole jumps, as reconstructions show. A project implemented by Montanuniversität Leoben and ZAMG aims to improve the understanding of such field measurements, using among other things rock samples from the volcanic island of St. Helena in the South Atlantic (see image), which were studied in 2020 in the laboratory of the Conrad Observatory. As lava cools, the magnetic particles align with the current magnetic field and persist for thousands and millions of years. St. Helena experienced volcanic eruptions very often, so it contains layer after layer of information about the earth's magnetic field. Samples were also taken for the project in the Styrian Vulkanland. They date from the time of a polarity reversal about two and a half million years ago.



# CONRAD OBSERVATORIUM THE CONRAD OBSERVATORY

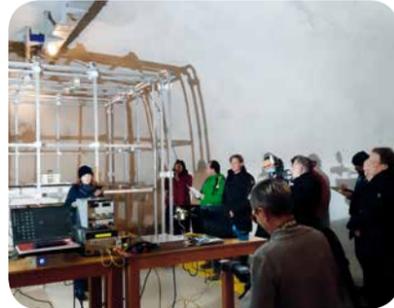


## Space Weather

Mit den Daten des Conrad Observatoriums wurden 2020 die Warnsysteme vor Sonnenstürmen weiterentwickelt. Derartige Magnetstürme können Satelliten- und Stromnetze beschädigen. Eine Entwicklungsrichtung ist, die automatischen Warnsysteme so zu erweitern, dass die Daten künftiger ESA-Weltraummissionen möglichst umfassend genutzt werden können und die Vorwarnzeit von momentan ca. 30 Minuten deutlich erhöht wird.

### Space weather

In 2020, data from the Conrad Observatory was used to further develop solar storm warning systems. Such magnetic storms can damage satellite and power grids. One development trend is to expand the automatic warning systems in such a way that the data from future ESA space missions can be used as comprehensively as possible and the advance warning time of currently approx. 30 minutes is significantly increased.

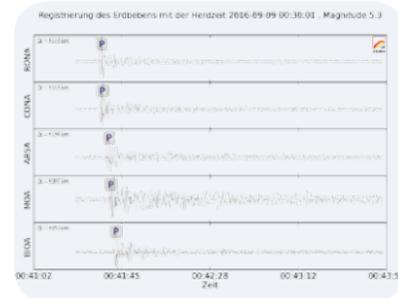


## Mission zum Jupiter

JUICE ist die erste europäische Satellitenmission ins äußere Sonnensystem und wird das Magnetfeld des Jupiters und seiner Monde erforschen. Der Prototyp eines der hochsensiblen Messgeräte wurde 2020 am Conrad Observatorium in der neuen Testeinrichtung für Weltraummagnetometer geprüft. 2021 folgt das Magnetometer, das 2022 mit der Raumsonde ins All starten wird.

### Mission to Jupiter

JUICE is the first European satellite mission to the outer solar system and will explore the magnetic field of Jupiter and its moons. The prototype of one of the highly sensitive measuring instruments was tested in 2020 at the Conrad Observatory in the new test facility for space magnetometers. In 2021, the magnetometer will follow, which will be launched into space with the space probe in 2022.



## Atomwaffentests

2020 jährten sich zum 75. Mal die Einsätze von Atomwaffen in Hiroshima und Nagasaki. Die ZAMG betreut das nationale Datenzentrum der Atomtest-stop-Organisation (CTBTO) und trägt dazu bei, weltweit Tests von nuklearen Waffen zu erkennen. Misst der Erdbendienst Bodenschwingungen, die von einer Explosion stammen können, wird das nationale Datenzentrum informiert und internationale Analysen folgen. Der letzte Atomtest erfolgte durch Nordkorea 2017. Rund zwölf Minuten danach wurde die seismische Welle am Conrad Observatorium gemessen.

2020 marked the 75th anniversary of the use of nuclear weapons at Hiroshima and Nagasaki. ZAMG manages the National Data Centre of the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization (CTBTO) and helps to identify nuclear weapons tests around the world. If the earthquake service detects vibrations in the ground which might be caused by an explosion, the National Data Centre is informed and international analyses follow. The most recent nuclear test was performed by North Korea in 2017. The seismic wave was measured at the Conrad Observatory around twelve minutes later.



## Bewegungen der Erdkruste

Das Tiltmeter am Conrad Observatorium misst minimale Änderungen in der Neigungen der Erdkruste. Die Akademie der Wissenschaften in Sopron (Ungarn) und die ZAMG untersuchen in einem aktuell laufenden Projekt die Zusammenhänge von unterschiedlichen Neigungsänderungen auf den beiden Seiten des Wiener Beckens mit der Erdbebenaktivität.

### Movements of the earth's crust

The tiltmeter at the Conrad Observatory measures minimal changes in the inclination of the earth's crust. In a current project, the Academy of Sciences in Sopron (Hungary) and ZAMG are investigating the correlation between different changes in inclination on the two sides of the Vienna Basin and earthquake activity.



## Magnetfeld aus dem Ofen

Wird eisenhaltiges Material, wie Ziegel, erhitzt und kühlt wieder ab, dann richten sich die Teilchen im Inneren nach dem aktuellen Magnetfeld aus. So sind zeitliche Datierungen von archäologischen Objekten auf rund 100 Jahre genau möglich. Beim Bau der neuen U-Bahn Linie 5, in der Nähe der Nationalbank in Wien (Frankhplatz), wurden Lehmöfen aus der Zeit der Römer gefunden. Proben davon werden seit dem Herbst 2020 im Labor des Conrad Observatoriums untersucht.

### Magnetic field from the oven

If ferrous material such as brick is heated and cools down again, the particles inside align themselves with the current magnetic field. This makes it possible to date archaeological objects with an accuracy of around 100 years. During the construction of the new underground line 5 near the Austrian National Bank in Vienna (Frankhplatz), clay ovens from Roman times were found. Samples from these have been studied in the Conrad Observatory laboratory.



**2020 liefen am Conrad-Observatorium rund 40 nationale und internationale Projekte.**

In 2020, around 40 national and international projects were running at the Conrad Observatory.

# 2020

## SONNBLICK OBSERVATORIUM

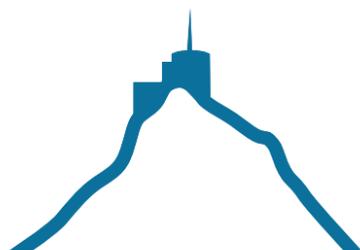
THE SONNBLICK OBSERVATORY

### EUROPAS WOLKENZENTRUM

2020 wurden die Weichen gestellt, dass das Sonnblick Observatorium eine zentrale Position in einem neuen europäischen Forschungsprojekt erhält: ACTRIS ist ein derzeit im Aufbau befindliches europäisches Programm zur Beobachtung von Aerosolen, Wolken und Spurengasen, das künftig auch weltweit eine führende Rolle einnehmen wird. Das Sonnblick Observatorium wird bei ACTRIS ein Referenzzentrum für Messungen und Daten sein. Hier werden beispielsweise neue Geräte zur Messung von kleinsten Wolkentröpfchen, -kristallen und -teilchen getestet, die an anderen Wetterstationen zum Einsatz kommen. Auch die Prüfung der europäischen Messdaten ist dann eine Aufgabe des Sonnblick-Teams. Der operationelle Betrieb ist ab 2025 geplant. Wolken sind unter anderem ein wichtiger Faktor in Klimamodellen, aber noch immer sind nicht alle Prozesse der Wolken- und Niederschlagsbildung geklärt. Bisher gab es in Europa mehrere zeitlich begrenzte Messkampagnen und keine dauerhafte Infrastruktur für ein durchgehendes Wolken- und Aerosol- und Spurengas-Monitoring. Das ACTRIS-Programm füllt diese Lücke und das Sonnblick Observatorium wird zu einem europäischen „Wolkenzentrum“.

### EUROPE'S CLOUD CENTRE

In 2020, the groundwork was laid for the Sonnblick Observatory to be given a central role in a new European research programme. ACTRIS is a European programme for the observation of aerosols, clouds and trace gases, which is currently being set up and will in future also play a leading role worldwide. The Sonnblick Observatory will be a reference centre for measurements and data at ACTRIS. New devices for measuring the smallest cloud droplets, crystals and particles and used at other weather stations will be tested here, for example. The Sonnblick team will then also be responsible for checking the European measurement data. ACTRIS is set to become operational in 2025. Clouds are an important factor in climate models, but not all cloud and precipitation formation processes have been clarified. To date, there have been several temporary measurement campaigns in Europe and no permanent infrastructure for continuous cloud and aerosol and trace-gas monitoring. The ACTRIS programme fills this gap and the Sonnblick Observatory will become a European „cloud centre“.



# SONNBLICK OBSERVATORIUM THE SONNBLICK OBSERVATORY



## Jugend forscht

Das Sonnblick-Team unterstützt den Forschungsnachwuchs und gab zum Beispiel 2020 der Physik-Studentin Nina Maherndl die Möglichkeit eines zweiwöchigen Praktikums in 3.106 Meter Seehöhe. Die auf Aerosolphysik und Messtechnik spezialisierte Studentin wurde in alle Arbeiten eingebunden, von den meteorologischen Routineaufgaben bis zur Kalibrierung eines optischen Aerosolpartikelzählers und Flussmessungen an Kondensationspartikelzählern.

## Young researchers

The Sonnblick team supports young researchers and in 2020, for example, gave physics student Nina Maherndl the opportunity to complete a two-week internship at 3,106 metres above sea level. The student, who specialises in aerosol physics and measurement technology, was involved in all the work, from routine meteorological tasks to the calibration of an optical aerosol particle counter and flux measurements on condensation particle counters.

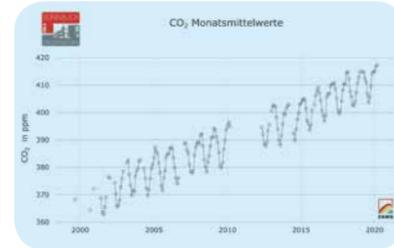


## Chemikalien in Insekten

Seit 2005 läuft am Observatorium ein Programm, in dem über hundert potentiell problematische Chemikalien in der Luft und im Niederschlag gefunden wurden. Sie treten in äußerst niedrigen Konzentrationen auf, können sich jedoch in Lebewesen anreichern. Das EU-Projekt protectAlps soll die Auswirkungen auf Insekten klären. Erste Untersuchungen zeigten zum Beispiel Spuren von Flammschutzmittel aus Kunststoffen in den Insekten.

## Chemicals in insects

Since 2005, a programme has been underway at the observatory in which over one hundred potentially problematic chemicals have been found in the air and in precipitation. They occur in extremely low concentrations, but can accumulate in living organisms. The EU project protectAlps aims to clarify the effects on insects. Initial investigations showed, for example, traces of flame retardants from plastics in them.



## COVID-19: Wenig Einfluss auf CO2

Die Maßnahmen zur Bekämpfung von COVID-19 brachten einen Rückgang im Ausstoß von Schadstoffen, die in Städten auch deutlich messbar waren. Dieser kurzfristige Rückgang hatte aber nur minimale Auswirkungen auf die Treibhausgase (z.B. Kohlendioxid) in höheren Schichten der Atmosphäre. Wie die Messungen am Sonnblick-Observatorium zeigen, geht der Trend weiterhin nach oben. Die Konzentration von Kohlendioxid stieg in den letzten 20 Jahren um rund zehn Prozent.

## COVID-19: Little influence on CO2

The measures to combat COVID-19 have brought about a reduction in the emission of pollutants, which was also clearly measurable in cities. However, this short-term decline has had minimal impact on greenhouse gases (e.g. carbon dioxide) in higher layers of the atmosphere. As the measurements at the Sonnblick Observatory show, the trend continues upward. Concentrations of carbon dioxide have risen by around ten percent over the last 20 years.



## Im Dienste des Sonnblick Vereins

Im September 2020 wurde Franz Schausberger als 1. Vorsitzenden des Sonnblick Vereins verabschiedet. Er war über 20 Jahren für unterschiedlichste wichtige Projekte am Observatorium mitverantwortlich. Neuer 1. Vorsitzender ist ZAMG-Direktor Michael Staudinger. Das Sonnblick-Team bedankt sich bei Dr. Schausberger für die 20 Jahre im Vorstand!

## In the service of the Sonnblick Association

In September 2020, Franz Schausberger stood down as the first chairman of the Sonnblick Association. For over 20 years he had been jointly responsible for a wide variety of important projects at the observatory. The new first chairman is ZAMG director Michael Staudinger. The Sonnblick team would like to thank Dr. Schausberger for his 20 years of service on the board.



## Pulitzer-Preis

Die Washington Post erhielt 2020 den renommierten Pulitzer-Preis für die multimediale Klima-Serie: „2 °C: Beyond the Limit“. Das Ziel war, zu zeigen, dass Klimawandel schon heute Realität ist. Die Washington Post berichtete dazu von mehreren Hot Spots der Erde und verarbeitete umfangreiche Datensätze, um die Erwärmung der Erde und die Änderung des Klimas verständlich darzustellen. Im Mittelpunkt eines Artikels stand das Sonnblick-Observatorium der ZAMG, wo in 3100 Meter Seehöhe seit 1886 gemessen wird.

## Pulitzer Prize

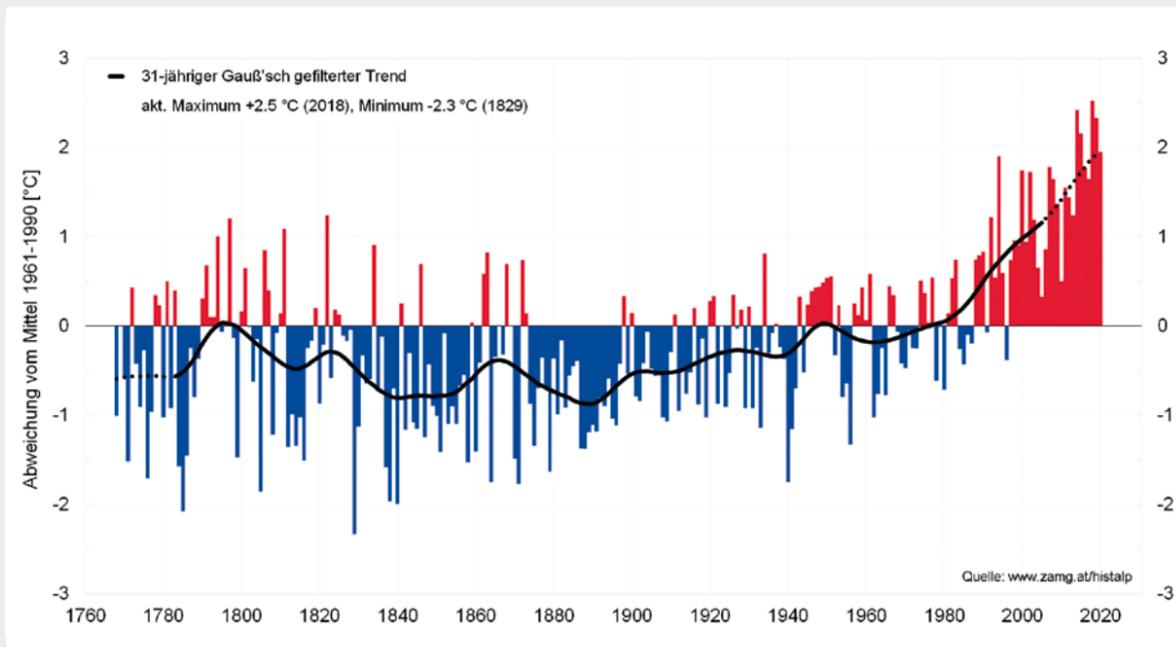
In 2020, The Washington Post won the prestigious Pulitzer Prize for its multimedia climate series: "2°C: Beyond the Limit." The aim of the series was to show that climate change is already a reality today. The Washington Post reported from several of the earth's hot spots and processed extensive data sets in order to explain global warming and climate change in a straightforward and understandable manner. One article focused on ZAMG's Sonnblick Observatory, where measurements have been taken at 3,100 metres above sea level since 1886.



2020 war am Sonnblick Observatorium das wärmste Jahr der über 130-jährigen Messgeschichte mit einem Jahresmittel von -3,5 °C.

2020 was the warmest year in the 130-year history of measurements at Sonnblick Observatory, with an annual mean of -3.5°C

AUF DEN BERGEN WÄRMSTES JAHR, IM TIEFLAND PLATZ 5  
ON THE MOUNTAINS THE WARMEST, IN THE LOWLANDS THE 5TH



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

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

Extremwerte 2020  
Extreme values for 2020

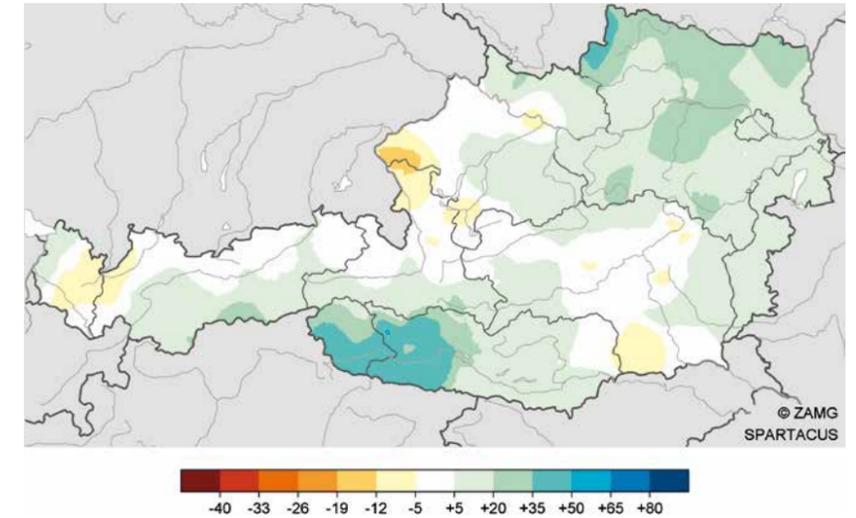
- Höchste Temperatur: 37,2 °C in Wien Innere Stadt (177 m) am 28. Juli
- Tiefste Temperatur: -23,1 °C am Sonnblick (Salzburg, 3109 m) am 23. März
- Tiefste Temperatur unter 1.000 m Seehöhe: -16,9 °C in Radstadt (Salzburg, 835 m) am 21. Jänner
- Meister Niederschlag: Rudolfshütte (Salzburg, 2365 m) mit 2.374 Millimeter
- Wenigster Niederschlag: Podersdorf (Burgenland, 116 m) mit 559 Millimeter
- Sonnigster Ort: Güssing (Burgenland, 215 m) mit 2.300 Sonnenstunden

- Highest temperature: 37,2 °C in Wien Innere Stadt (177 m) on 28 July*
- Lowest temperature: -23,1 °C am Sonnblick (Salzburg, 3109 m) on 23 march*
- Lowest temperature below 1,000 m above sea level: -16,9 °C in Radstadt (Salzburg, 835 m) on 21 January*
- Most precipitation: Rudolfshütte (Salzburg, 2365 m) with 2.374 mm*
- Least precipitation: Podersdorf (Burgenland, 116 m) with 559 mm*
- Sunniest place: Güssing (Burgenland, 215 m) with 2.300 hours of sunshine*

RELATIV VIEL NIEDERSCHLAG  
A RELATIVELY LARGE AMOUNT OF PRECIPITATION

In der österreichweiten Auswertung brachte 2020 um zehn Prozent mehr Niederschlag als ein durchschnittliches Jahr und war eines der 25 nassesten Jahre seit Beginn der Niederschlags-Messreihe im Jahr 1858.

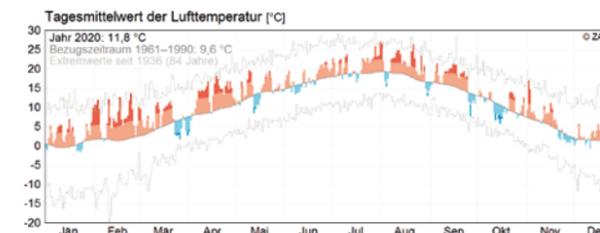
*In the Austria-wide evaluation, 2020 brought ten percent more precipitation than an average year and was one of the 25 wettest years since the start of the precipitation measurement series in 1858.*



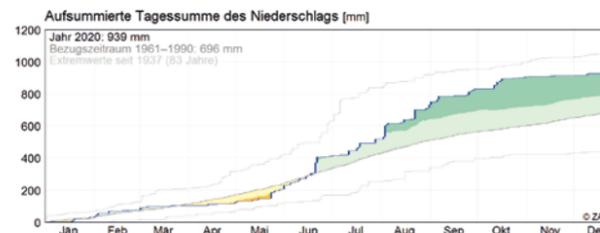
Die 15 wärmsten Jahre der Messgeschichte: 2018, 2014, 2019, 2015, 2020, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009

*The 15 warmest years since measurements began: 2018, 2014, 2019, 2015, 2020, 1994, 2007, 2016, 2000, 2002, 2008, 2017, 2011, 2012, 2009*

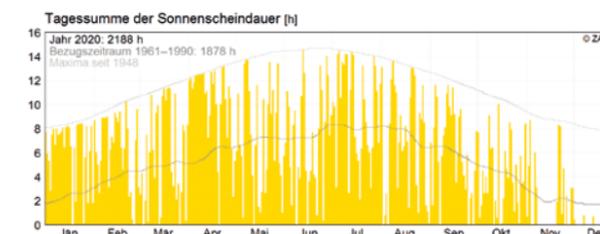
Regionale Zeitreihen  
Regional time series



**Viert wärmstes Jahr der Messgeschichte in Bregenz:** Tagesmitteltemperatur 2020 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.  
*Warmest year on record in Bregenz: 2020 daily mean temperature in Bregenz compared to the 1961-1990 climate mean.*



**Acht nassestes Jahr der Messgeschichte in St. Pölten:** Monatliche Niederschlagsmenge 2020 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.  
*Eighth wettest year on record in St. Pölten: Monthly precipitation in 2020 compared to the 1961-1990 climate average.*



**Siebt sonnigstes Jahr der Messgeschichte in Klagenfurt:** Tägliche Sonnenscheindauer 2020 im Vergleich zum Klimamittel 1961-1990.  
*Seventh sunniest year on record in Klagenfurt: Daily sunshine duration in 2020 compared to the 1961-1990 climate average.*

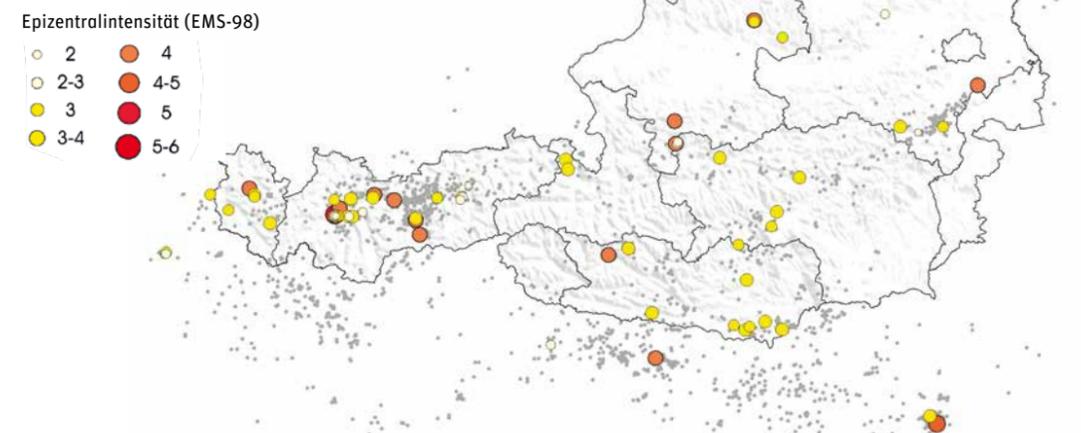
## RELATIV VIELE ERDBEBEN IN ÖSTERREICH

A RELATIVELY LARGE NUMBER OF EARTHQUAKES IN AUSTRIA

Im Jahr 2020 wurden mit dem Stationsnetz des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG weltweit rund 11.000 seismische Ereignisse registriert. 1.480 Erdbeben wurden in Österreich lokalisiert, davon konnten 60 von der Bevölkerung verspürt werden. Außerdem wurden fünf Erdbeben aus den Nachbarländern Italien, Slowenien und Schweiz sowie acht Beben aus Kroatien in Österreich wahrgenommen.

*In 2020, ZAMG's Austrian Earthquake Service station network recorded around 11,000 seismic events worldwide. 1,480 earthquakes were located in Austria, 60 of which were felt by the population. In addition, five earthquakes from the neighbouring countries of Italy, Slovenia and Switzerland and eight from Croatia were perceived in Austria.*

Verspürte Erdbeben in Österreich im Jahr 2020  
Earthquakes felt in Austria in 2020



**Erdbeben 2020:** Epizentralintensität (maximale Stärke der Fühlbarkeit) aller von der Bevölkerung verspürten Beben. Bei Erdbeben mit Epizentrum im Ausland wird die in Österreich maximal erreichte Intensität angegeben. Zusätzlich markieren die grauen Punkte die instrumentell registrierten Beben.

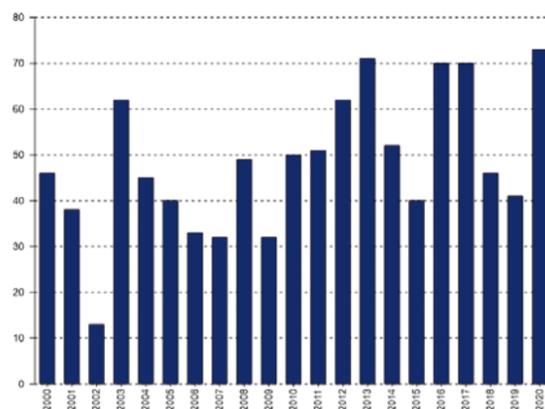
*2020 earthquakes: Epicentral intensity (maximum strength of the perceptibility) of all earthquakes felt by the population. For earthquakes with an epicentre abroad, the maximum intensity reached in Austria is given. In addition, the grey dots mark the earthquakes registered by instruments.*

### Gefühlte Beben in Österreich seit 2000

Im Durchschnitt gab es im Zeitraum 2000 bis 2020 in Österreich 48 spürbare Erdbeben pro Jahr, von 2010 bis 2020 durchschnittlich 57. Der höchste Wert war 2020 mit 73 verspürten Erdbeben, der geringste 2002 mit 13.

#### Felt quakes in Austria since 2000

*On average, there were 48 noticeable earthquakes per year in Austria from 2000 to 2020, and 57 on average from 2010 to 2020. The highest number was in 2020 with 73 earthquakes, and the lowest in 2002 with 13.*

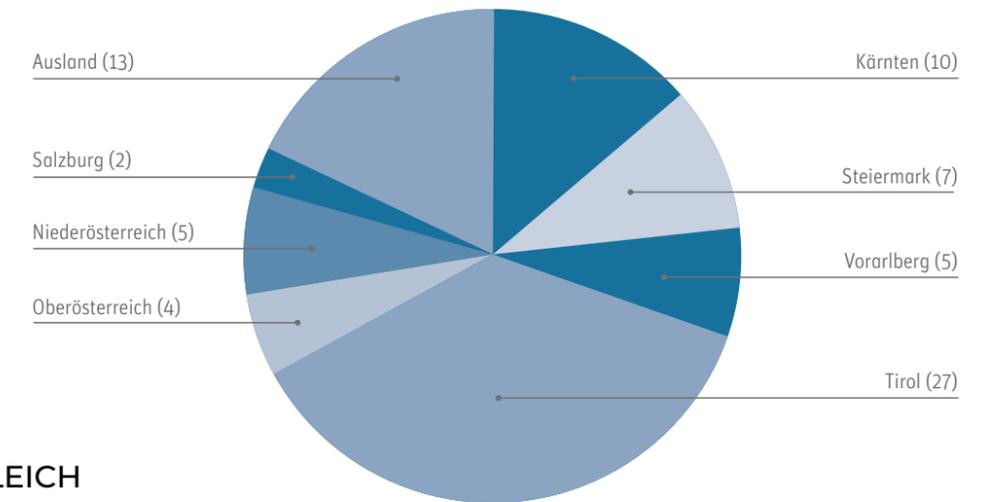


## BUNDESLANDVERGLEICH

COMPARING THE FEDERAL STATES

Die Grafik zeigt, wie viele verspürte Erdbeben sich in den einzelnen Bundesländern und im angrenzenden Ausland im Jahr 2020 ereignet haben.

*The figure shows how many perceived earthquakes occurred in the individual federal states and neighbouring countries in 2020.*



## KNAPP 20.000 WAHRNEHMUNGSBERICHTE AUS DER BEVÖLKERUNG NEARLY 20,000 PERCEPTION REPORTS FROM THE POPULATION

Aus der Bevölkerung erreichten die ZAMG 2020 knapp 20.000 Wahrnehmungsberichte über das Eingabeformular auf der Website (rund 14.000 nach dem Beben in Kroatien im Dezember).

*In 2020 ZAMG received nearly 20,000 perception reports from the population via the entry form on the website (around 14,000 after the earthquake in Croatia in December).*

## DIE STÄRKSTEN ERDBEBEN IN ÖSTERREICH IM JAHR 2020

THE STRONGEST EARTHQUAKES IN AUSTRIA IN 2020

### Zagreb (Kroatien), 22. März 2020 (Magnitude 5,4)

Epizentrum 7 km nordöstlich von Zagreb. Ein Todesopfer, Dutzende Verletzte und in der Altstadt schwere Schäden. In Österreich deutlich spürbar (über 1.800 Berichte). Maximalintensität in Österreich 4-5° der 12-stufigen EMS-98.

### Wildermieming (T), 14. Mai 2020 (Magnitude 2,6 / Intensität 4°)

Am Mieminger Plateau und im Raum Telfs deutlich spürbar.

### Bovec (Slowenien) 17. Juli 2020 (Magnitude 4,3)

In Kärntens und Osttirol wahrgenommen. Z.B. viele Menschen im Raum Arnoldstein und Villach aus dem Schlaf geweckt. Gläser und Geschirr klirrten, Möbel rüttelten. Knapp 500 Wahrnehmungsberichte. Maximale Intensität in Österreich 4°.

### Inzing (T), 29. Juli 2020 (Magnitude 2,6 / Intensität 4°)

Rund 270 Meldungen, die meisten aus Seefeld, Inzing und Zirl. Auch zahlreiche Personen im Freien spürten Erschütterungen und hörten ein lautes Grollen.

### Zams (T), 8. August 2020 (Magnitude 4,1 / Intensität 5°)

Epizentrum 5 km nordöstlich von Zams. Starke Erschütterungen besonders in Zams, Schönwies, Fließ, Prutz und Landeck. Viele Personen erschrocken und flüchteten aus den Häusern. Umgefallenen Gegenständen und Risse im Verputz. Auch in Vorarlberg und im Osten der Schweiz verspürt. Rund 1.860 Wahrnehmungsberichte. Am 9. August ein kräftiges Nachbeben der Magnitude 3,3.

### Fulpmes (T), 4. September 2020 (Magnitude 2,8 / Intensität 4°)

Epizentrum nordöstlich von Fulpmes. Mehr als 200 Wahrnehmungsmeldungen.

### Sisak-Petrinja (Kroatien), 29. Dezember 2020 (Magnitude 6,4)

Etwa 45 km südöstlich von Zagreb. Im Epizentrum 7 Tote und zahlreiche Verletzte, schwere Schäden an Gebäuden. In Österreich in allen Bundesländern spürbar, vereinzelt Risse im Verputz.

### Zagreb (Croatia), 22 March 2020 (magnitude 5.4)

Epicentre 7 km north-east of Zagreb. One fatality, dozens injured and severe damage, especially in the old town. Aftershocks with a magnitude of 5.0. In Austria, clearly felt (more than 1,800 reports). Maximum intensity in Austria 4-5° of the 12-step EMS-98.

### Wildermieming (T), 14 May 2020 (magnitude 2.6 / intensity 4°)

Clearly noticeable on the Mieming Plateau and in the Telfs area.

### Bovec (Slovenia) 17 July 2020 (magnitude 4.3)

Perceived in Carinthia and sporadically in East Tyrol. Many people in the Arnoldstein and Villach area were awakened from their sleep. Glasses and dishes clinked, and furniture rattled. Just under 500 perception reports. Maximum intensity in Austria 4°.

### Inzing (T), 29 July 2020 (magnitude 2.6 / intensity 4°)

Around 270 notifications, most of them from Seefeld, Inzing and Zirl. Numerous people outside could also clearly perceive the vibrations and hear a loud rumbling.

### Zams (T), 8 August 2020 (magnitude 4.1 / intensity 5°)

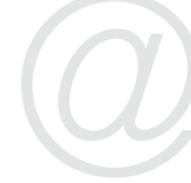
Epicentre 5 km north-east of Zams. Vibrations felt particularly strongly in Zams, Schönwies, Fließ, Prutz and Landeck. Many people were frightened and fled from their houses. Fallen objects and plaster cracks. Also felt in Vorarlberg and in the east of Switzerland. Approximately 1,860 perception reports. On 9 August, a powerful aftershock with a magnitude of 3.3.

### Fulpmes (T), 4 September 2020 (magnitude 2.8 / intensity 4°)

Epicentre north-east of Fulpmes. More than 200 perception reports.

### Sisak-Petrinja (Croatia), 29 December 2020 (magnitude 6.4)

About 45 km south-east of Zagreb. At the epicentre, 7 dead and numerous injured, as well as severe damage to buildings. In Austria, noticeable in all federal provinces, in some places plaster cracks.



[www.zamg.at](http://www.zamg.at) | Website ZAMG

[www.facebook.com/zamg.at](https://www.facebook.com/zamg.at) | ZAMG bei Facebook

[www.instagram.com/zamg.at](https://www.instagram.com/zamg.at) | ZAMG bei Instagram

[www.twitter.com/ZAMG\\_AT](https://www.twitter.com/ZAMG_AT) | ZAMG bei Twitter

[www.flickr.com/zamg](https://www.flickr.com/zamg) | ZAMG bei Flickr

[www.sonnblick.net](http://www.sonnblick.net) | Sonnblick-Observatorium

[www.conrad-observatory.at](http://www.conrad-observatory.at) | Conrad-Observatorium

[www.meteoalarm.org](http://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. 3,64 Euro pro Minute / max. EUR 3,64 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: Martha Ploder  
Producer: Georg Ihm, IHM & IHM GmbH & Co KG  
Übersetzung: sprachteam.com

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

Fotos und Grafiken: ZAMG/Apoloner (S. 1, 3), Martin Lusser (S. 4), ZAMG (S. 5, 9, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58), Daniel Eggert (S. 6/7), wetterzone (S. 8), Hagelversicherung (S. 8), Meteoalarm.org (S. 9), LK Stmk/Brugner (S. 10), LPA/Agentur für Bevölkerungsschutz (S. 10), ZAMG/Kaltenberger (S. 11), ZAMG/Potzmann (S. 11), Lukas Rütz (S. 13), ALDIS/H. Pichler (S. 16/17), Montanuniversität Leoben (S. 20), ESA/ATG medialab (S. 26/27, 48), Wikimedia/Ingmar Runge (S. 28), NASA (S. 29), Energieforschungspark Lichtenegg (S. 31), 7Reasons/Juan Torrejón (S. 36/37), ZAMG/Gisat (S. 39), Gunter Pusch (S. 40), LBI Arch Pro (S. 41), Stefan Sperling (S. 46/47), ZAMG/Lammerhuber (S. 49), ZAMG/SBO Ludewig (S. 50/51), LFU/Korbinian Freier (S. 52), Washington Post (S. 53)



© Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



1190 Wien | Hohe Warte 38 | [www.zamg.at](http://www.zamg.at)

**ZAMG**

ZENTRALANSTALT FÜR  
METEOROLOGIE UND  
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG  
DES BMBWF

 **Bundesministerium**  
Bildung, Wissenschaft  
und Forschung

