

jahresbericht 2017
annual report



ZAMG

ZENTRALANSTALT FÜR
METEOROLOGIE UND
GEODYNAMIK

EINE FORSCHUNGSEINRICHTUNG DES

BMBWF

BUNDESMINISTERIUM
FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT
UND FORSCHUNG

inhalt content

2017





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
Lektorat: Margit Kupsa
Übersetzung: David Heitler, proofreading.de
Druck: Robert Winter, PRINT & SMILE Agentur für Printconsulting OG



Fotos und Grafiken: Martin Lusser (S. 4), ZAMG (S. 5, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 31, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57), Daniel Eggert (S. 6), ATT Kristallwelten (S. 7), NÖ Landesfeuerwehrverband (S. 9), ZAMG/Stefan (S. 9), Viorel Railean (S. 10), Josef Gusenbauer (S. 13), ZAMG/Andrzejewski (S. 16), William Colgan / GEUS (S. 21), ESA-ATG-Medialab (S. 26), Christian Fürthner (S. 29), Verbund Hydro Power GmbH (S. 30), Open Data Portal / Georg Schütz, CC-BY-SA (S. 30), Heidi Schützinger (S. 33), Lois Lammerhuber (S. 36, 47, 49), RK NÖ / R. Berger (S. 38), Melk Museum NÖ / Lackinger (S. 39), LBI Arch Pro / 7reasons (S. 40), ZAMG/Weyss (S. 50), ZAMG/Scheer (S. 53)

Vorwort <i>Preface</i>	4
 WETTER <i>WEATHER</i>	6
 KLIMA <i>CLIMATE</i>	16
 UMWELT <i>ENVIRONMENT</i>	26
 GEOFYSIK <i>GEOPHYSICS</i>	36
ZAMG Observatorien <i>ZAMG Observatories</i>	46
Klimarückblick 2017 <i>2017 Climate in Review</i>	54
Erdbebenrückblick 2017 <i>2017 Earthquakes in Review</i>	56
ZAMG Service <i>ZAMG Service</i>	58

Vorwort

Introduction



Die ZAMG vereint eine weltweit herausragende Tradition in den Bereichen Meteorologie und Geophysik mit den hohen Ansprüchen an eine moderne Einrichtung für öffentliche Dienstleistungen, Krisenmanagement und Forschung.

Dieser Jahresbericht zeigt, wie gefragt die Methoden und Produkte der ZAMG national und international sind, sei es bei der Entwicklung hochaufgelöster Vorhersagemodelle für den Alpenraum, beim Aufbau eines neuen meteorologischen Warnsystems in Moldawien oder in der Aufbereitung und Anwendung der enormen Mengen an Satellitendaten im neuen Erdbeobachtungsprogramm der Europäischen Weltraumbehörde ESA. Das Sonnblick-Observatorium und das Conrad-Observatorium etwa beweisen, dass wissenschaftliche Visionen und konsequente Arbeit österreichische Standorte zu international gefragten Forschungseinrichtungen machen können. Insgesamt liefen 2017 an den beiden Observatorien rund 80 nationale und internationale Wissenschaftsprojekte unterschiedlichster Disziplinen.

Durch die enge Zusammenarbeit der ZAMG mit der Bevölkerung ergibt sich ein wechselseitiger Wissenstransfer, von dem alle profitieren. Das große Interesse bei Veranstaltungen der ZAMG, die Besuchstatistiken der Wissensparks sowie die rund 10.000 Online-Wahrnehmungsberichte nach Erdbeben im Jahr 2017 in Österreich zeigen dies eindrucksvoll.

Ich bedanke mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre erfolgreiche Arbeit im vergangenen Jahr und wünsche der ZAMG auch weiterhin alles Gute!

The ZAMG combines an outstanding worldwide tradition in meteorology and geophysics with the high demands of a modern facility for public services, crisis management and research.

This annual report shows just how much in demand the ZAMG methods and products are, both nationally and internationally. Be it – to give just a few examples – in developing a high-resolution forecast model for the Alpine region, in setting up a new meteorological warning system in Moldova or in processing and applying the enormous quantities of satellite data in the European Space Agency's new Earth Observation Programme.

The two ZAMG observatories – the Sonnblick Observatory and the Conrad Observatory – both show how scientific vision and consistent work at these Austrian locations can turn them into research institutions that are in great international demand. Altogether in 2017, a good 80 national and international scientific projects in very different disciplines ran at the two observatories.

It is also important to work very closely together with the public. This generates a reciprocal exchange of knowledge which benefits everyone. We can see this, for example, in the great interest shown in ZAMG events, such as in the Science Parks, as well as the good 10,000 online perception reports of earthquakes in Austria in 2017.

Let me take this opportunity to thank all the employees at the ZAMG for their dedicated work in 2017 and I wish plenty of further success.

Univ.-Prof. Dr. Heinz Faßmann

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

Vorwort

Introduction



Mit diesem Jahresbericht wollen wir Ihnen einen Überblick zu den aktuellen Entwicklungen und Neuerungen der ZAMG geben. Unser Ziel ist zum einen, mit maßgeschneiderten Produkten beizutragen, dass die Menschen, ihr Hab und Gut und die Infrastruktur optimal vor extremen Naturereignissen geschützt werden. Zum anderen wollen wir mit moderner Forschungsarbeit neue Wege und Lösungen finden und optimale Datengrundlagen für andere Bereiche schaffen.

Ein Beispiel ist die Zusammenarbeit mit Großstädten. Bebauung und Begrünung haben einen sehr hohen Einfluss auf meteorologische Faktoren wie Hitze, Durchlüftung und Licht. Eine gut geplante „Smart City“ hat daher viele Möglichkeiten, den Menschen eine angenehme Lebensumgebung zu bieten, auch wenn das Klima extremer wird. Ähnliches gilt für das KLAR!-Programm mit mehr als 20 Regionen Österreichs. Detaillierte Analysen der Klimaänderung helfen, auf Gefahren zu reagieren und neue Chancen zu nutzen, zum Beispiel in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, regionale Wirtschaft, Nahversorgung und Lebensqualität.

In der Geophysik brachte 2017, neben der Arbeit bewährter Einrichtungen wie dem Österreichischen Erdbebendienst, auch neue Impulse, wie in der Angewandten Geophysik. Ein Beispiel ist die Bodenerkundung an Rheindämmen, die rund 300.000 Menschen schützen.

Eine breite, fachübergreifende Zusammenarbeit sowie die gute Integration unserer Warnsysteme in das Krisen- und Katastrophenschutzmanagement gehören weiterhin zu unseren wichtigsten Aufgaben. Vielen Dank an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie an alle Partnerorganisationen und Nutzer für die engagierte Zusammenarbeit.

In this annual report we would like to give you an overview of the current ZAMG developments and innovations. On the one hand our goal is to contribute to ensuring that people, their worldly goods and the infrastructure is protected as well as possible against extreme natural phenomena with tailor-made products. On the other hand we want to find new approaches and solutions and create optimal databases for other areas with modern research work.

An example of this is in our cooperation with large cities. Development and landscaping have a very large influence on meteorological factors such as heat, air circulation and light. So a well-planned “smart city” has many options for providing people with an agreeable living environment, even if the climate becomes more extreme. The same applies to the KLAR! programme with more than 20 regions in Austria. Detailed analyses of climate change help us to respond to dangers and take advantage of new opportunities, such as in agriculture and forestry, regional economy, local amenities and the quality of life.

As well as in the work of established facilities such as the Austrian Earthquake Service, geophysics also provided new stimuli in 2017, especially in applied geophysics. An example of this is the ground survey of dams that protect a good 300,000 people on the river Rhine.

Broad, cross-disciplinary cooperation, along with effective integration of our warning systems in crisis and disaster management, continues to be among our most important tasks. Many thanks to all our employees as well as all 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



Hohe Qualität der Wetterwarnungen *The high quality of the weather warnings*

Extremes Wetter, wie Gewitter, Sturm und starker Regen oder Schneefall, sind eine Gefahr für die Bevölkerung und die Infrastruktur. Die ZAMG erstellt spezielle Warnungen für unterschiedlichste Anforderungen, wie Katastrophenschutz, Hochwasser- und Lawinenwarndienst, Feuerwehren, Energieversorger und Wirtschaftsunternehmen wie zum Beispiel Baufirmen. Auf www.zamg.at/warnungen sind zudem Warnungen für jede Gemeinde abrufbar.

Eine große Herausforderung stellt die möglichst genaue Vorhersage der Anfangs- und Endzeiten sowie der Intensität des extremen Wetterereignisses dar, um die Auswirkungen optimal abschätzen zu können. Damit man die Qualität der Warnungen auch für sehr unterschiedliche Ereignisse vergleichen kann und die Warnstrategie weiter verbessert wird, wurde an der ZAMG ein eigenes System zur Verifikation entwickelt. Die Ergebnisse zeigen über die Jahre kontinuierlich hohe Trefferquoten in ganz Österreich. Sie lagen 2017 zum Beispiel für Warnungen vor Starkregen bei 95 Prozent.

Extreme weather such as thunderstorms, gales and heavy rain or snowfall are a danger to the public and the infrastructure. The ZAMG creates special warnings for many different requirements such as emergency management, flooding and avalanche warning services, fire brigades, energy providers and commercial enterprises such as construction companies. Warnings can also be called up for each municipality on www.zamg.at/warnungen.

It is a great challenge to predict the beginning and end points, as well as the intensity, of extreme weather events to enable us to gauge their impact as effectively as possible. In order to be able to compare the quality of the warnings – even for very different events – and continue to improve the warning strategy, the ZAMG has developed its own verification system. Over the years, the results have shown consistently high success rates throughout Austria. With warnings of heavy rainfall in 2017, for example, they were at 95 per cent.

Wetterbox Tirol für Sicherheit und Planung

The "Wetterbox Tirol" platform for safety and planning



Analyse der Wettersituation an der ZAMG in Innsbruck
Analysis of the weather situation at the ZAMG in Innsbruck

Das Land Tirol und die ZAMG präsentierten im Februar 2017 die neue Wetterbox Tirol. Die Web-Plattform enthält maßgeschneiderte Wetterinformationen und Spezialdaten für die Landeswarnzentrale, den Lawinenwarndienst, die Lawinenkommissionen, den Hydrographischen Dienst und den Straßendienst in Tirol. Rund 1.700 Personen haben Zugriff. Die Daten sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage für zahlreiche Dienststellen im Land Tirol sowie für die Verantwortlichen in den Gemeinden und Einsatzorganisationen. Ein Spezialservice im Rahmen der Wetterbox sind SMS-Warnungen vor Schnee, Gewitter und Hagel für rund 1.300 Almbewirtschaftler zum Schutz des Almviehs.

The State of Tyrol and the ZAMG introduced the new "Tyrol weatherbox" platform in February 2017. This web platform contains tailor-made weather information and special data for the State warning centre, the avalanche warning service, the avalanche commissions, the hydrographic service and the road patrol services in Tyrol. Around 1,700 people have access to this. Such data is an important basis for decisions for numerous agencies in the State of Tyrol as well as the people responsible in the municipalities and emergency response organisations. A special service that the Wetterbox provides is text warnings against snow, thunderstorms and hail to the phones of around 1,300 mountain pasture farmers for the protection of Alpine cattle.

Retter Wetter: App für Feuerwehr

Weather for rescuers: an app for the fire brigade



Die Feuerwehren in NÖ rücken jedes Jahr zu einigen tausend Einsätzen nach Extremwetter aus
The fire brigades in Lower Austria respond to extreme weather in several thousand deployments each year

Der NÖ Landesfeuerwehrverband und die ZAMG präsentierten im März 2017 eine Wetter-App für Feuerwehrmitglieder. Die Prognosen und Warnungen unterstützen in der Planung und Durchführung der Einsätze und Foto-Uploads zeigen Auswirkungen von Extremwetter. Ein Beispiel für den Nutzen sind die Wald- und Wiesenbrände im Sommer, bei denen genaue Vorhersagen von Wind und Regen extrem wichtig sind.

The Lower Austria State Fire Brigade Association and the ZAMG presented a weather app for fire brigade members in March 2017. The forecasts and warnings provide support in the planning and implementation of deployments – and photo uploads show the impacts of extreme weather. An example of their value is with the forest and meadow fires in the summer, where precise forecasts of wind and rain are extremely important.

Im Jahr 2017 versendete die ZAMG 2.356.757 SMS mit Wetterwarnungen an Kunden und Partnerorganisationen.

In 2017 the ZAMG sent out 2,356,757 text messages with weather warnings to customers and partner organisations.

Seewarnungen vom Neusiedler See bis zum Bodensee

Lake warnings from Lake Neusiedl to Lake Constance



Mächtige Gewitterwolke östlich von Wörthersee und Klagenfurt
A powerful thundercloud east of the Wörthersee and Klagenfurt

Wenn an einem Badetag Gewitter aufziehen, sind innerhalb von kurzer Zeit sehr viele Menschen am Ufer und im Wasser durch Blitzschlag und heftige Sturmböen gefährdet. Die ZAMG und die Landeswarnzentralen sowie die Wasserrettung arbeiteten daher auch 2017 im Bereich Seewarnungen eng zusammen. Für nahezu alle großen Seen in Österreich gab es spezielle Warnsysteme, zum Beispiel an Attersee, Zeller See und an den Trumer Seen, am Traunsee und am Wolfgangsee, am Neusiedler See sowie an Wörthersee, Ossiacher See, Faaker See und Weißensee. Die Warnungen am Boden-

see führen die Wetterdienste von Deutschland und der Schweiz durch, die ZAMG liefert Daten und vertritt Österreich im Gremium zur Entwicklung von Warnmethoden und -verifikationen.

If there is a thunderstorm on a bathing day, within a short time many people on the shore and in the water are endangered by lightning and fierce gusts of wind. That is why the ZAMG, the State warning centres and the water rescue services worked closely together on this issue in 2017. There were special warning systems for virtually all the large lakes in Austria such as the Attersee, Lake Zell and the Trumer Lakes, the Traunsee, Lake Wolfgang, Lake Neuseidl as well as for the Wörthersee, Lake Ossiach, Lake Faak and the Weissensee. The warnings for Lake Constance are carried out by the German and Swiss weather services, the ZAMG provides data for this and represents Austria in the committee for developing warning methods and verifications.



Die Kristallwelten in Wattens, Tirol, werden jedes Jahr von rund 600.000 Menschen besucht und von der ZAMG mit einem Blitzwarnsystem betreut. Der Außenbereich ist wegen der Metallmasten und Drahtseile sensibel für Blitzschlag. Durch die Gewitterwarnungen können die Verantwortlichen rechtzeitig das Gelände räumen.
The Kristallwelten in Wattens, Tyrol, is visited by a good 600,000 people each year and is supported with a lightning warning system by the ZAMG. Its external area is sensitive to lightning due to its metal masts and wire cables. With the lightning warning system, the people responsible can evacuate the premises in good time

Internationaler Wissenstransfer International Knowledge Transfer



Die Kooperation zwischen dem Hydrometeorologischen Institut der Republik Moldau (SHSM) und der ZAMG führte 2017 in Moldawien zu genaueren Wettervorhersagen und Warnungen sowie zur Einführung europäischer meteorologischer Standards. Das Projekt wurde vom Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP) unterstützt und durch Mittel des Ministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) über die Austrian Development Agency (ADA) finanziert.

Die Kooperation umfasste die technische Implementierung des Meteowarnsystems, den Relaunch der Website des SHSM, die Erhöhung der Vorhersagekapazitäten sowie Trainingskurse für Vorhersagemeteorologen. Der Kurs für Hochwasservorhersage wurde in Kooperation mit dem Hydrographischen Dienst Salzburg, dem BMNT und dem VERBUND durchgeführt.

The cooperation between the State Hydrometeorological Service of the Republic of Moldova (SHSM) and the ZAMG led to more precise weather forecasts and warnings in Moldova in 2017 as well as the introduction of European meteorological standards. The project was supported by the United Nations Development Programme and financed with funds from the Austrian Federal Ministry for Sustainability and Tourism (BMNT) through the Austrian Development Agency.

The cooperation comprised the technical implementation of the European Meteorological warning system, the relaunch of the SHSM website, an increase in the forecast capacities as well as training courses for the forecast meteorologists. The course for flooding forecasts was carried out in cooperation with the Salzburg Hydrographic Services, the BMNT and the VERBUND electricity company.

Moldawien tritt Meteowarn bei: Pressekonferenz in Chişinău
Moldova joins the Meteorological network: press conference in Chişinău



Die ZAMG veranstaltete 2017 **Lawinenfortbildungen** für über 300 Mitglieder von Lawinen- und Blaulichtorganisationen sowie mit den Naturfreunden Österreich ein Lawinensymposium mit rund 550 Teilnehmern und anschließende Praxistage mit 40 Personen.

In 2017 the ZAMG organised advanced avalanche training for over 300 members of avalanche and emergency services as well as an avalanche symposium with around 550 participants for the Austrian Nature Lovers' Association, followed by practice days for 40 people.

Wetter und Klima zum Mitreden Having a say about weather and climate



Der Wettertreff im Wissenspark der ZAMG Salzburg
The weather meeting in the ZAMG Science Park in Salzburg

Einmalig in Österreich: der monatliche Wettertreff im Wissenspark der ZAMG Salzburg für alle Interessierten, ohne Voranmeldung, meist am ersten Mittwoch im Monat. Hier kann man mit den Expertinnen und Experten aktuelle Wetter- und Klimathemen diskutieren und manchmal auch gemeinsam Experimente durchführen oder Prognosen erstellen. Ziel ist eine gelebte Bürgerwissenschaft, um den Wissensaustausch in beide Richtungen zu fördern. Die nächsten Termine sind auf www.zamg.at zu finden.

Unique to Austria; the monthly weather meeting in the ZAMG Science Park in Salzburg for all interested parties, without advance reservation, usually on the first Wednesday in the month. This is where we can discuss current weather and climate issues with the experts – and sometimes even jointly construct experiments or forecasts. The objective is a living and breathing citizens' science that encourages the exchange of knowledge in both directions. The next dates can be found on www.zamg.at.

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

The European platform for severe weather warnings covers 37 countries and is coordinated by the ZAMG at www.meteoalarm.eu.

Weltweites Krisensystem für Naturkatastrophen A worldwide crisis management system for natural disasters



Naturkatastrophen: In den ersten fünf Monaten gab es zahlreiche ARISTOTLE-Aktivierungen
Natural disasters: there have been numerous ARISTOTLE activations already in the first five months

Nach Naturkatastrophen ist eine schnelle und gut geplante Hilfe entscheidend. Das EU-Projekt ARISTOTLE soll eine derartige Planung erleichtern. Die Europäische Behörde für Humanitäre Hilfe und Katastrophenschutz (ECHO) mit ihrem Krisenkoordinationszentrum (ERCC) kann in Zukunft schon

in den ersten drei Stunden nach einer Naturkatastrophe abschätzen können, wie stark eine Region oder ein Land betroffen ist und in welchem Ausmaß internationale Hilfskräfte mobilisiert werden müssen. Der dafür nötige virtuelle Kontrollraum läuft seit Februar 2017 in der Testphase. Beteiligt sind

15 staatliche Organisationen, koordiniert von Italiens Nationalem Institut für Geophysik und Vulkanologie (INGV) und der ZAMG.

Quick and well-planned help is crucial after a natural disaster. The EU ARISTOTLE project is designed to simplify such planning. The European Directorate for European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations with its Emergency Response Coordination Centre should in future already be able to assess how seriously affected a region or country is within the first three hours – and just how far international aid organisations need to be mobilised. The virtual control room required for this has been running in its test phase since February 2017. Fifteen national organisations are involved, coordinated by the Italian National Institute for Geophysics and Volcanology and the ZAMG.



Christoph Wittmann, Leiter der ZAMG-Fachabteilung für Modellentwicklung
Christoph Wittmann, Head of the ZAMG department for model development

Regionale Vorhersagemodelle *Regional forecast models*

Was unterscheidet regionale von globalen Vorhersagemodellen?

Globale Wettermodelle berechnen – wie der Name schon sagt – das Wetter weltweit. Dafür sind enorme Rechenkapazitäten nötig und kleinräumige Details können nur unzureichend berücksichtigt werden. Regionale Vorhersagemodelle dagegen rechnen nur auf einem kleinen Ausschnitt, zum Beispiel dem Alpenraum. Dafür wird ein feineres Rechengitter verwendet, das eine detailreichere Simulation von lokalen Wetterphänomenen erlaubt. Für die tägliche Arbeit sind beide wichtig. Die globalen Modelle zeigen die großräumige Entwicklung der nächsten Tage und lassen frühzeitig mögliche Warnlagen erkennen. Mit den regionalen Modellen lassen sich dann bis zu zwei, drei Tage im Voraus zusätzliche Details vorhersagen.

In welche Richtung geht die Entwicklung bei regionalen Modellen?

Zum einen will man mit den Berechnungen immer mehr ins Detail gehen. AROME, das regionale Modell der ZAMG, berechnet derzeit alle drei Stunden das Wetter der nächsten Tage auf einem Gitternetz mit 2,5 km Abstand und 90 Schichten in der Höhe. Die nächste Version wird bereits jede Stunde mit 1,2 km Auflösung rechnen. Außerdem wird versucht, immer mehr regionale Messdaten einzubinden. Dazu gehören beispielsweise Wetterstandarddaten oder Flugzeugmessungen. Eine weitere Entwicklungsrichtung beschäftigt sich mit Eintrittswahrscheinlichkeiten für unterschiedliche Szenarien, da eine Prognose immer

Unsicherheiten aufweist. Ein Beispiel: Für Nutzer, wie Landeswarnzentralen und Hochwasserdienste, ist es nicht nur wichtig zu wissen, welche Regenmengen wahrscheinlich erwartet werden, sondern auch, welche Regenmengen bei der aktuellen Wetterlage im Extremfall möglich sind. So lassen sich auch Vorkehrungen für den schlimmstmöglichen Fall treffen.

Was sind die am schwierigsten vorhersagbaren Wetterphänomene?

Dazu gehören beispielsweise Gewitter, die kurzfristig und sehr kleinräumig entstehen, sich kaum vom Ort bewegen und große Regenmengen bringen. Weiters gehört dazu Nebel, dessen Bildung und Auflösung oft von kleinsten Änderungen im Temperatur-, Feuchte- oder Windfeld abhängen. Aber auch bei der Prognose dieser „Sorgenkinder“ haben wir in den letzten Jahren mit Regionalmodellen Stück für Stück Fortschritte erzielt.

What distinguishes regional forecast models from global ones?

As the name implies, global weather models calculate the weather throughout the world. This requires enormous computing capacity and any small-scale details can only be taken into account to an insufficient degree. Regional forecast models on the other hand only calculate over a small section, such as the Alpine region. A finer calculation grid is used for this, which enables a more richly detailed simulation of the local weather phenomena. Both of them are important for our day-to-day work. The global models show the large-scale develop-



Das Wetter in Österreich, besonders im Bergland, zeigt oft kleinräumig große Unterschiede. Blick vom Schoberstein in Oberösterreich
The weather in Austria, particularly in mountainous country, often shows great differences over small areas. View of Schoberstein in Upper Austria

ment in the next few days and enable us to recognise any warning situations in good time. The regional models then enable us to forecast additional details up to two or three days in advance.

What direction is development taking with regional models?

Firstly we always want to go into ever greater detail in our calculations. AROME, the ZAMG regional model, currently calculates the weather every three hours on a grid network with a pitch of 2.5 km and at 90 levels of height. The next version will already be calculating each hour with a resolution of 1.2 km. Attempts are also made to incorporate ever more regional measurement data. This includes weather radar data, for

example, or aeroplane measurements. A further development direction concerns the probability of various scenarios to occur, as a forecast always shows up uncertainties. For users such as the state warning centres and flood rescue services, for example, it is not just important to know what quantities of rain are probably expected, but also what quantities of rain are possible in extreme cases in the current weather situation. That way arrangements can also be made for the worst possible scenario.

What are the most difficult weather phenomena to forecast?

These include thunderstorms, for example, that arise at short notice on a very localised scale, that hardly move away

from that location and bring large quantities of rain. This also includes fog, which can often develop and dissipate as a result of the smallest changes in temperature, humidity or wind field. But even when forecasting these “problem children” we have slowly but surely made advances over the last few years.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
APP4AQ	APP4AQ aims to develop sophisticated methods to foster satellite data usage in air quality applications	ZAMG	AIT, SISTEMA, EOX, EODC, TUG	FFG (ASAP)	Marcus Hirtl
AROSA	Assimilation of radio occultation from commercial satellites over Austria	ZAMG	Wegener Center für Klima und Globalen Wandel	FFG (ASAP)	Stefan Schneider
Asist	Assimilated into ZAMG's convection permitting NWP system AROME to test its impact on forecast quality	ZAMG	23 NMC (EUMETNET Members)	EUMETNET	Yong Wang
ASTRID	Assimilation von Bodentemperaturen in AROME und Entwicklung eines INCA-Bodentemperaturproduktes	ZAMG		FFG (ASAP 12)	Stefan Schneider
AWAKE	Develop a machine learning based forecasting framework suitable for short to medium-range forecasts	ZAMG	TU Wien, ZHAW	FFG	Irene Schicker
Ci4Clouds	Wolkenerkennung von geostationären Satelliten mit Hilfe von Computational-Intelligence-Techniken	Catalysts GmbH	ZAMG	FFG	Robert Goler
CRESSIDA	Untersuchung der Auswirkung von Bodenfeuchteassimilation auf AROME-Prognosen	ZAMG	TU Wien	FFG (ASAP 11)	Stefan Schneider
EMMA	Standardisierung der Wetterwarnungen der europäischen Nationalen Wetterdienste (www.meteoalarm.eu)	ZAMG	Wetterdienste Europas	EUMETNET	Michael Staudinger
Ensemble Methoden	Development of empirical techniques for statistical postprocessing of ensemble weather forecasts	ZAMG		FFG (5. Ausschreibung FEMtech-Praktika für Studentinnen)	Alexander Kann
Eumetrain Phase 3D	Trainingssoftware und interaktives Lernmaterial für Meteorologie wurde mittels Internet entwickelt	ZAMG	IPMA, DHMZ, DWD, FMI, OMSZ	EUMETSAT	Andreas Wirth
GIO Global Land	Produktion bio-geophysikalischer Produkte aus Satellitendaten zum Status der Landoberfläche	VITO	ZAMG, HYGEOS, IPMA, Meteo-France	EC Copernicus	Alexander Jann
Hydrologie-SAF CDOP-3-Phase	Ableitung von Niederschlags-, Bodenfeuchte und Schneeprodukten aus europäischen Satellitendaten	ZAMG	ZAMG, TU Wien, FMI, TSMS, IMGW	EUMETSAT	Apostolos Giannakos
ICE CONTROL	Prognosen-Verbesserung bez. Vereisung von Windkraftanlagen durch Assimilation von zusätzlichen Daten	ZAMG	IMGW, Meteo-Test, Verbund	FFG Klima- und Energiefonds, Energieforschung (e!MISSION), 2. Ausschreibung	Alexander Beck
Moldau III	Support of Moldovas National Climate Change Adaptation Planning Process	ZAMG		Republic of Moldova Funded by ADC (Austrian Development Cooperation), implemented by UNDP, ADC with funds from BMLFUW	Andreas Schaffhauser
Nowcasting-SAF CDOP-3-Phase	Ableitung von Produkten aus europäischen Satellitendaten, die für Kurzfristvorhersagen nützlich sind	AeMet	Meteo-France, SMHI	EUMETSAT	Alexander Jann
Prepare 4 EODC Water	Aufbau eines österreichischen Erdbeobachtungszentrums für Sentinel-Daten (Schwerpunkt Bodenfeuchte)	Vienna University of Technology (TU Wien), Department of Geodesy and Geoinformation (GEO)	Earth Observation Data Centre for Water Resources Monitoring GmbH (EODC-Water), GeoVille GmbH (GeoVille), Catalysts GmbH (Catalysts), Angewandte Wissenschaft, Software und Technologie GmbH (AWST)	FFG	Gerhard Wotawa
Tundra	Entwicklung von Methoden zur optimalen Nutzung der neuen Technologie für Datenqualitätsmonitoring	ZAMG	Austro Control GmbH	FFG	Alexander Jann, Vera Meyer, Lukas Tüchler
VIeSion	Entwicklung von neuen AROME-Varianten (1 km bis 500 m) mit Rücksichtnahme auf Flugwettervorhersagefragen	ZAMG	Austro Control GmbH	BMVIT, FFG Bridge 1, 23. Ausschreibung	Christoph Wittmann
WIND-MLT	Ausgewählte Fragestellungen zur statistischen Optimierung von Windprognosen werden bearbeitet	ZAMG		FFG (bmvit), 5. Ausschreibung FEMtech-Praktika für Studentinnen	Alexander Kann
AROME-VIS	Entwicklung eines probabilistischen Vorhersageparameters "Sichtweite" in AROME	ZAMG		FFG (bmvit), 5. Ausschreibung FEMtech-Praktika für Studentinnen	Christoph Wittmann



Regionale Anpassung an den Klimawandel *Regional adjustment to climate change*

Der Klimawandel trifft Österreichs Regionen unterschiedlich. Daher sind gezielte Maßnahmen zur Anpassung notwendig, um die hohe Lebensqualität langfristig sichern zu können. Der Österreichische Klima- und Energiefonds hat 2017 mit 23 Regionen das Projekt Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR!) initiiert, geleitet vom Umweltbundesamt und mit Beteiligung von ZAMG und Climate Change Centre Austria.

Die ZAMG erstellte dabei unter anderem detaillierte Analysen zum regionalen Klimawandel, basierend auf ÖKS15 (Klimaszenarien für Österreich), der bisher umfangreichsten Studie zu Vergangenheit und Zukunft des Klimas in Österreich.

Ziel von KLAR! ist, dass sich Regionen und Gemeinden frühzeitig auf die Herausforderungen des Klimawandels einstellen, besonders bei Maßnahmen im regionalen Zuständigkeitsbereich, wie bei der Flächenwidmung, der Wasserversorgung, den Gemeindestraßen sowie im Hilfs- und Rettungswesen.

Climate change affects Austria's regions in different ways. For this reason targeted adjustment measures are necessary to ensure a high standard of living in the long term. The Austrian Climate and Energy Fund initiated the Climate Change Adjustment Model Regions project (KLAR! from the German Klimawandel-Anpassungsmodellregionen) with 23 regions in 2017, under the management of the Federal Environment Agency with the involvement of the ZAMG and the Climate Change Centre Austria.

The ZAMG contribution to this project included the issue of detailed analyses of regional climate change based on the ÖKS15 (climate scenarios for Austria), the most extensive study to date of the past and future of the climate in Austria. The objective of KLAR! is to enable regions and municipalities to adjust themselves to the challenges of climate change in good time, particularly with measures within their regional area of responsibility, such as with area planning, water provision, municipal roads as well as in the emergency and rescue services.

Flächendeckende Schneeklimatologie

Comprehensive snow climatology



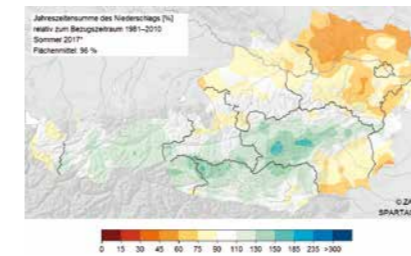
Schneedaten für 84.000 Punkte in Österreich bis ins Jahr 1961 zurück, basierend auf Einzelmessungen wie hier in Seefeld, Tirol
 Snow data for 84,000 points in Austria going back to 1961, based on individual measurement stations like in Seefeld, Tyrol

Schneedaten der letzten Jahrzehnte standen bisher nur für einzelne Messstationen zur Verfügung. Daher wurde an der ZAMG das Schneedeckenmodell SNOWGRID-CL entwickelt und 2017 fertiggestellt. Damit stehen jetzt flächendeckend für ganz Österreich an 84.000 Datenpunkten Schneedaten bis ins Jahr 1961 zurück zur Verfügung. Der neue Gitterdatensatz nutzt unter anderem Anwendungen im Bereich Hydrologie und Naturgefahren, der Energiewirtschaft und der Verifikation von Wetter- und Klimamodellen. Die Daten werden laufend aktualisiert und erweitern somit das flächendeckende Klimamonitoring der ZAMG um einen hydrologisch sehr wichtigen Parameter.

Snow data from the last decades has only been available for individual measurement stations to date. That is why the SNOWGRID-CL snow coverage model was developed by the ZAMG and completed in 2017. This means that comprehensive snow data going back as far as 1961 is now available at 84,000 data points throughout Austria. This new grid data set uses applications that include hydrology and natural hazards, the energy industry along with verification from weather and climate models. The data is constantly updated and, consequently, it extends the comprehensive ZAMG climate monitoring capability by a hydrologically very important parameter.

Klimamonitoring für die Öffentlichkeit

Climate monitoring for the public



Sommer 2017 teils sehr trocken, teils sehr nass
 Summer 2017: partly very dry, partly very wet

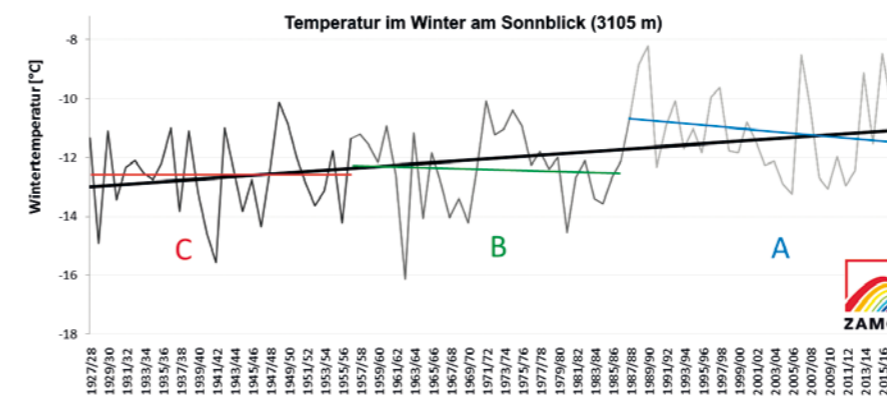
Wer wissen will, ob ein Tag, ein Monat, eine Jahreszeit oder ein Jahr ungewöhnliche Temperaturen oder Niederschlagsmengen gebracht hat, kann das auf der Website der ZAMG selbst herausfinden. Seit 2017 stehen die aktuellen Werte für Lufttemperatur, Niederschlag und Wasserbilanz in der Klimatothek online zur Verfügung und lassen sich per Mausclick mit unterschiedlichen Klimaperioden vergleichen. Die Grundlage sind SPARTACUS-Daten für 84.000 Punkte in Österreich bis ins Jahr 1961 zurück.

Anyone who wants to know whether a day, a month, a season or a year had unusual temperatures or quantities of precipitation can find this out themselves on the ZAMG website. The current values for air temperature, precipitation (rainfall) and water balance have been available online in the "Klimatothek" since 2017 and can be compared with different climate periods at the click of a mouse. It is based on the SPARTACUS data for 84,000 points in Austria going back to 1961.

Die ZAMG war 2017 an 79 nationalen und internationalen Projekten beteiligt.
 The ZAMG was involved in 79 national and international projects in 2017.

Werden die Winter auf den Bergen kälter oder wärmer?

Are the winters in the mountains getting colder or warmer?



Das Klima am Sonnblick ist deutlich wärmer geworden. In den langfristigen Trend (dicke schwarze Linie) sind Phasen der Abkühlung eingelagert (farbige Linien). Ähnliches gilt für alle Gipfelstationen am Alpenhauptkamm und nördlich davon.
The climate at Sonnblick has become significantly warmer. Phases of cooling down (coloured lines) are embedded in the long-term trend (the thick black line). Something similar applies with all the summit stations on and to the north of the Alpine divide.

An der ZAMG wurden 2017 Wintertemperaturen an Hochgebirgsstandorten der Ostalpen untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine langfristige, statistisch hochsignifikante Zunahme der Wintertemperaturen im Hochgebirge. Die Erwärmung beträgt innerhalb der letzten 90 Jahre im Mittel etwa +0,25 °C pro Jahrzehnt. Der langfristige Trend ist allerdings von starken Schwankungen überlagert, die für kürzere Zeiträume auch eine Abkühlung bringen können. Die hohe

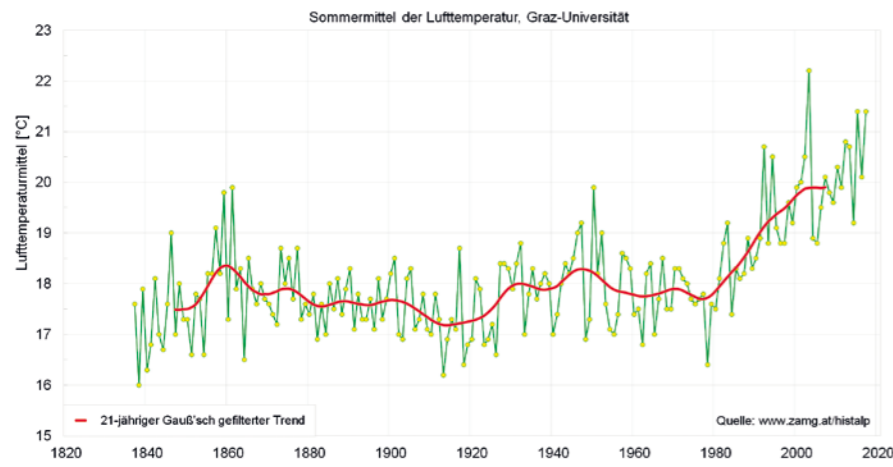
Variabilität bedeutet, dass für die kommenden fünf bis zehn Jahre keine seriösen Vorhersagen gemacht werden können. Langfristig steigt aber die Wahrscheinlichkeit, im Gebirge ungewöhnlich warme Winter zu erleben.

Winter temperatures at high altitude locations in the eastern Alps were examined by the ZAMG in 2017. The results show a long term, statistically highly significant increase in winter temperatures in the high mountains. Within the last 90 years, the warming there amounts to an average of +0.25 °C for each decade. This long-term trend is masked by strong fluctuations, however, that can also bring a cooling down over shorter time periods. Such high variability means that no serious forecasts can be made for the coming five to ten years. But over the long term, the probability of experiencing unusually warm winters in the mountains is increasing.



Das Klimaforschungsnetzwerk **Climate Change Centre Austria (CCCA)** wählte 2017 einen neuen Vorstand. Neuer Obmann ist Gerhard Wotawa, an der ZAMG verantwortlich für den Bereich Daten, Methoden und Modelle. Ziel des CCCA ist, Erkenntnisse der Klimaforschung optimal für öffentliche und private Einrichtungen sowie für die Öffentlichkeit aufzubereiten.
The Climate Change Centre Austria (CCCA) climate research network chose a new chairperson in 2017. This new chairman is Gerhard Wotawa, who is responsible for the area of data, methods and models at the ZAMG. The objective of the CCCA is to effectively process insights from climate research for public and private institutions as well as for the public in general.

Versiegelung verstärkt Klimaerwärmung Sealing of soils intensifies climate warming



Auch in Graz wurden die Sommer seit den 1980er-Jahren immer heißer
Summers have been getting hotter since the 1980s in Graz, too.

In Österreich wird täglich eine Fläche verbaut, die mehr als 20 Fußballfeldern entspricht. Da verbauter Boden kein Wasser aufnehmen und speichern kann, steigt die Gefahr von Überschwemmungen und Dürren. Außerdem sind versiegelte Flächen deutlich wärmer als Grünland. Besonders markant ist der Temperaturanstieg in Großstädten. Begrünung und reflektierende Dachfarben können die Hitze in den Städten vermindern. ZAMG und JOANNEUM RESEARCH untersuchten 2017 Möglichkeiten zur Anpassung für den Grazer Bezirk Jakomini. Ein Ergebnis: Deckt man alle Dächer mit einem Material, das 70 Prozent der Sonnenstrahlung reflektiert, sinkt die durchschnittliche Zahl der Tage mit mindestens 25 °C um fünf bis zehn Tage. Einen ähnlichen Effekt brächte auch die Begrünung aller Dachflächen. In der Praxis geht es dann um eine optimale Kombination einzelner Maßnahmen.

Every day an area of more than 20 football pitches is built on in Austria. As built-up areas cannot absorb and store any water, the danger of flooding and drought increases. Such sealed-off areas are also significantly warmer than grassland. The temperature increase in large cities is particularly striking. Green areas and reflective roof colours can reduce the heat in cities. ZAMG and JOANNEUM RESEARCH investigated options for adapting the Jakomini district of Graz in 2017. A result they found was that, if you cover all roofs with a material that reflects back 70 per cent of the sunlight, the average number of days where the temperature is at least 25 °C reduces by five to ten days. Covering all roof areas with greenery produced a similar effect. In practice the focus is then on an ideal combination of individual measures.



Deutscher Wetterdienst und ZAMG starteten im Mai 2017 eine Zusammenarbeit mit 13 internationalen Institutionen, um **Maßnahmen zur Klimawandel-Anpassung in Großstädten** zu untersuchen. Für Städte von Berlin über Wien bis Kairo wird unter anderem ermittelt, wie extreme Hitzebelastung vermindert werden kann.
In May 2017, the German Meteorological Service and the ZAMG started a cooperation with thirteen international institutions to investigate measures for adapting to climate change in large cities. Their brief includes ascertaining how extreme heat loads can be reduced in cities from Berlin and Vienna to Cairo.

Gletscher extrem stark geschmolzen Glaciers subject to extreme melting



Die Pasterze im August 2017: Im Bereich der Gletscherzunge schmolz die Eisdicke in nur vier Monaten um fünf bis zehn Meter
The Pasterze in August 2017. The thickness of the ice melted by five to ten metres in only four months in the area of the glacier tongue

eines Jahres im Mittel zwei Meter an Eisdicke, die kleinen Gletscher am Sonnblick verloren ebenfalls zwei Meter. Die Werte an den Eispegeln waren dabei im Mittel genauso extrem wie in

2017 war ein schlechtes Jahr für Österreichs Gletscher. Die von der ZAMG vermessenen Gletscher gingen mit zehn Prozent weniger Schnee aus dem Winter und schmolzen im heißen Sommer extrem stark. Die Pasterze am Großglockner verlor innerhalb

den Rekordjahren 2003 und 2012. Die Pasterzenzunge dürfte in den nächsten 40 Jahren völlig verschwinden.

2017 was a bad year for Austria's glaciers. The glaciers, which are measured regularly by the ZAMG, came out of the winter with ten per cent less snow and melted to an extreme degree in the hot summer. The Pasterze glacier on the Großglockner mountain lost an average of two metres in ice thickness within a year – and the small glacier on the Sonnblick also lost two metres. The values at the ice levels were on average just as extreme as in the record years of 2003 and 2012. The Pasterze tongue may well disappear completely in the next 40 years.

2017 gab es in vielen Regionen Österreichs zwei- bis sechsmal so viele Tage mit mindestens 30 °C wie in einem durchschnittlichen Jahr.

In many regions in Austria in 2017, there were two to six times as many days with a temperature of at least 30 °C compared with an average year.

Umweltgefahr im arktischen Eis Environmental danger in the Arctic icy



ZAMG-Experte Binder bei Messungen mit dem Bodenradar über der verlassenen Militärbasis in Grönland

Daniel Binder, the ZAMG expert taking measurements of the abandoned military base in Greenland with ground radar

In den Resten der während des Kalten Kriegs im Eis Grönlands errichteten Atomwaffenbasis „Camp Century“ lagern umweltschädliche Altlasten, die durch die globale Erwärmung in naher Zukunft ausschmelzen könnten. Im Rahmen eines dänischen Forschungsprojekts werden jetzt die militärischen Altlasten erfasst und das Risikopotenzial ermittelt. ZAMG-Geophysiker Daniel Binder war im Sommer 2017 Teil der ersten Expedition. Ziel war die Installation von Messstationen, um unter anderem Daten über Wetter sowie Firn- und Eistemperaturen zu sammeln. Weiters wurden Bohrkerne gezogen und Bodenradarmessungen durchgeführt. Sie dienen der Kartierung der etwa 30 bis 40 Meter tief eingeschneiten ehemaligen Militärbasis.

Environmentally harmful legacy waste is stored in the remains of the Camp Century atomic weapon base set up in Greenland during the cold war. With global warming, however, this could melt out in the near future. This military legacy waste is now being assessed as part of a Danish research project and its risk potential determined. The ZAMG geophysicist, Daniel Binder, was part of the first expedition in summer 2017. Its objective was to install measurement stations in order to collect data on the weather as well as corn snow and ice temperatures. Drilled core samples were also taken and ground radar measurements were carried out. They will help with the mapping of the base, which is snowed under to a depth of approximately 30 to 40 metres.



Anita Paul, Leiterin der ZAMG-Fachabteilung für die Prüfung von Offline-Daten
Anita Paul, head of the ZAMG department for checking offline data

4,4 Millionen Daten täglich *4.4 million data every day*

Was ist die Aufgabe der Datenprüfung?

Aus dem Messnetz der ZAMG sowie aus Partnernetzen treffen täglich 4,4 Millionen Wetterdaten ein. Nicht alle sind immer korrekt. Zum Beispiel kann ein Sensor defekt sein, ein Windmesser vereist oder ein Regensensor verstopft. Ein speziell von uns entwickeltes Programm prüft diese Daten und eliminiert automatisch die eindeutigen Fehler. Bei Grenzfällen entscheidet der Mensch, ob eine Messung realistisch ist. Diese Prüfung ist sehr wichtig, da die Werte anschließend in Datenbanken eingehen, die für zahlreiche Anwendungen in Österreich und international verwendet werden.

Wer nutzt diese geprüften Daten?

Das sind sehr viele Bereiche. Dazu gehören natürlich Wettervorhersagen und -warnungen sowie die Klimaforschung. Aber auch Versicherungen nutzen die Daten für Gutachten und Risikoabschätzungen, sie gehen in Baunormen ein und in Analysen und Prognosen der Energiewirtschaft und in Umweltverträglichkeitsprüfungen – um nur ein paar Beispiele zu nennen. Auch Maßnahmen der Prävention basieren auf Klimadaten, wie in der Wildbach- und Lawinverbauung und im Hochwasserschutz. Außerdem stellen wir über unsere Website viele Daten frei zugänglich der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Wofür braucht man die Messdaten aus früheren Jahrhunderten?

Einige unserer Messreihen, wie die aus

Kremsmünster, reichen bis in die 1760er-Jahre zurück und gehören zu den längsten weltweit. Diese langen historischen Datenreihen sind sehr wichtig für Auswertungen zur Klimaänderung und für Extremwertstatistiken, um zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit für bestimmte ungewöhnliche Wetterereignisse abzuschätzen. Wir digitalisieren und prüfen daher Schritt für Schritt die alten händischen Wetteraufzeichnungen. Hier tauchen gelegentlich auch bisher unbekannte Aufzeichnungen auf, die in Zeiten der Monarchie oder während der beiden Weltkriege in den Archiven anderer Länder gelandet sind. Dafür gibt es international eine Art Lost-and-found-Plattform. Zum Beispiel fanden wir in unserem Archiv unlängst Aufzeichnungen aus Bulgarien, die als verloren galten. Umgekehrt erhielten wir österreichische Daten, welche in Archiven des Deutschen Wetterdienstes gefunden wurden.

What is the function of data checking?

Every day, 4.4 million pieces of weather data arrive from both the ZAMG measurement network and from partner networks. Not all of them are always correct. A sensor can be defective, for example, an anemometer can be iced up or a rain gauge can be blocked. A programme that is specially developed by us checks this data and automatically eliminates any obvious errors. In borderline cases a person decides whether a measurement is realistic. This check is very important, as the values are subsequently entered into databases that are



Auch die zum Teil bis ins Jahr 1762 zurückreichenden Daten im umfangreichen Archiv der ZAMG werden geprüft und digitalisiert, um sie für Forschung und Anwendungen nutzen zu können

Even the data in the extensive ZAMG archives that, in part, goes back to 1762 is checked and digitised so it can be used for research and applications

used for numerous applications in Austria and internationally.

Who uses this checked data?

It is used in many different areas. These include weather forecasts, of course, and warnings – as well as climate research. But also insurance companies use this data for assessments and risk estimates, they are adopted in construction standards and in analyses and forecasts in the energy industry as well as in environmental impact assessments – to give but a few examples. Preventive measures are also based on climate data – such as for torrent control, ava-

lanche barriers and flood prevention. We also make plenty of data freely available to the public through our website.

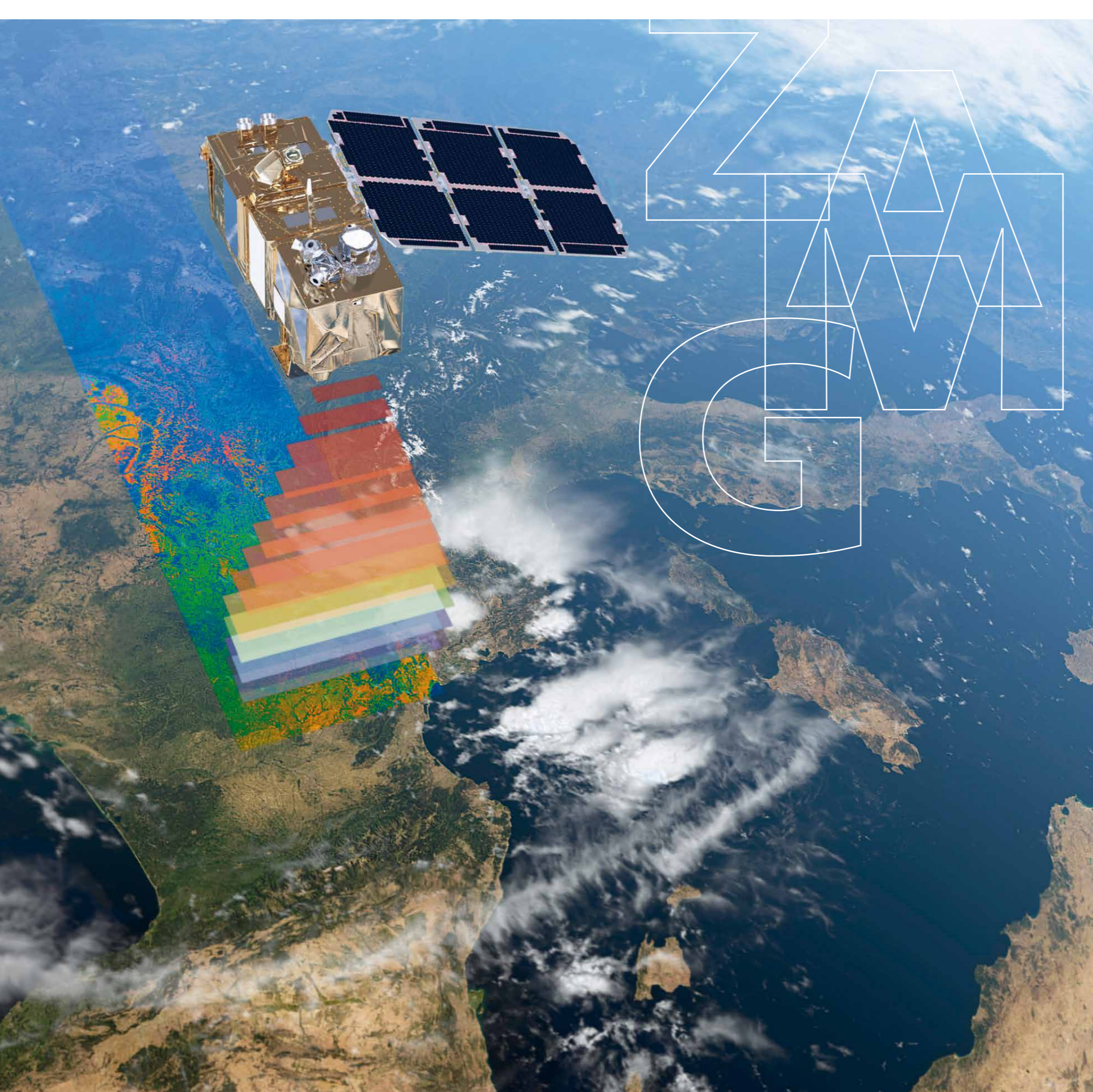
Why do we need measurement data from previous centuries?

Some of our measurement sequences, such as the one from Kremsmünster, go back into the 1760s and are among the longest in the world. These long historic data sequences are very important for climate change assessments, as well as for extreme value statistics, for assessing the likelihood of certain unusual weather events, for example. So we digitise and check the old handwritten

weather records step by step. Sometimes some records that have been unknown to date – which have landed up in the archives of other countries in the days of the monarchy, or during the two world wars – also appear here. There is a kind of international Lost and Found platform for this. Not long ago, for example, we found records from Bulgaria in our archives which had been considered lost. By the same token we received Austrian data that had been found among the archives of the German Weather Service.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
D-FORCE	Understanding drought governing atmospheric processes in the Greater Alpine region	ZAMG		ÖAW (DOC-Stipendium)	Klaus Haslinger
DUSTFALL	Influence of Sahara dust events on air quality in Austria	ZAMG	TU Wien	FFG (industriennahe Dissertationen)	Marion Greilingner
Flood Risk 7000	Calculating flood risk with 7000 years flood frequency data and highly damage relevant cyclone tracks	JR		BM ACRP	Michael Hofstätter
Futurelakes	Formation and future evolution of glacier lakes in Austria	Uni Salzburg	IGF	ÖAW	Daniel Binder
GCW S_G	Global Cropsphere Watch Sonnblick-Gletscher- und Schneedeckenmonitoring	ZAMG	TU Wien Chemie, LBI Arch Pro	BMLFUW	Bernhard Hynek
Glaciolive	Entwicklung eines webbasierten Echtzeitsystems des Gletscherzustandes im Sonnblickgebiet	ZAMG	Universität Freiburg, Department of Geosciences, TGM Wexstraße Wien	Sparkling Science	Bernhard Hynek
PERSON-GCW	Dokumentation von Informationen über den derzeitigen Zustand und der Veränderungen des Permafrostkörpers	ZAMG	GBA	BMLFUW	Stefan Reisenhofer
PiPo-COOL	(STALLKLIMA) Klimawandel und landwirtschaftliche Nutztierhaltung	VU Wien		ACRP	Ivonne Anders
pluSnow	Verbesserung des Winterniederschlags durch Schneehöhendaten-Assimilation an windberuhigten Stationen	IGF Innsbruck	HD Tirol, SLF Davos, TIWAG	Der Wissenschaftsfonds (FWF) (Weiss-Preis)	Marc Olefs
Sensap	Development of Sentinel Surface Albedo Products for Complex Terrain	ENVEO	Joanneum Research ForschungsGmbH, ZAMG	FFG	Marc Olefs
Starc-Impact	Climate Change Projections for Climate Impactstudies to support the Austrian Research Community	Wegener Center	ZAMG, BOKU-Met	ACRP	Michael Hofstätter
UnLoadC3	Uncertainty Assessment of water flow and nutrient loads under future climate change conditions	Univ.-Prof. Karsten Schulz, BOKU (IWHW)	BOKU-SIG	Austrian Research Programme 2013 (Climate and Energy Fund)	Christoph Matulla
SR Health	APCC Special Report: Health, demography and climate change	Alpen Adria Univ. Klagenfurt	Diverse CCCA-Partner	KLIEN ACRP	Christoph Matulla
KLIWAS 2	Anpassungsstrategie an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft. Schwerpunkt Hochwasser, Dürre und Trockenheit	Technische Univ. Wien	Univ. Graz, ZAMG	Beauftragung durch das BMLFUW/Wasserwirtschaft	Michael Hofstätter
KLIWA-KLAR!	KLAR!-Klimawandel-Anpassungsmodellregionen Serviceplattform	UBA	ZAMG	KLIEN	Michael Hofstätter
CLARITY	Integrated Climate Adaptation Service Tools for Improving Resilience Measure Efficiency	ATOS SPAIN SA	cismet GmbH, AIT, ZAMG, PLINIVS, SMHI	EU-H2020	Maja Zuvela-Aloise
EHRSONA	Assimilation of soil moisture data in the high-resolution numerical weather prediction model AROME	ZAMG		EUMETSAT	Stefan Schneider
Globpermafrost	Definiton, demonstration and validation of permafrost monitoring products from local to large scale	ZAMG	Uni Oslo, AWI, Gamma, H2O Geomatics, DLR, Uni Lisbon	ESA	Robert Goler
JACKY_cool-check	Maßnahmen zur Reduktion einer städtischen Wärmeinsel auf Basis von Wirkungsmodellierung	JR		Smart Cities Demo, 7. Ausschreibung	Maja Zuvela-Aloise
NaturVerrückt	Auswirkung von Wetter/Klima auf die Phänologie heimischer Wildgehölze und landwirtschaftlicher Kulturpflanzen	ZAMG	LACON GesmbH, fünf landwirtschaftliche Schulen, BOKU, Institut für Zoologie	Sparkling Science	Thomas Hübner, Anita Paul, Helfried Scheifinger
STORM	Safeguarding Cultural Heritage through Technical and Organisational Resources Management	ENGINEERING-INGEGNERIA INFORMATICA SPA	INOV INESC INOVACAO, Foundation for Research and Technology Hellas, Technological Educational Institute of Piraeus, RESILTECH SRL, KPEOPLE LTD, Uni Stuttgart, University of Salford	H2020-DRS-2015	Alexander Kann



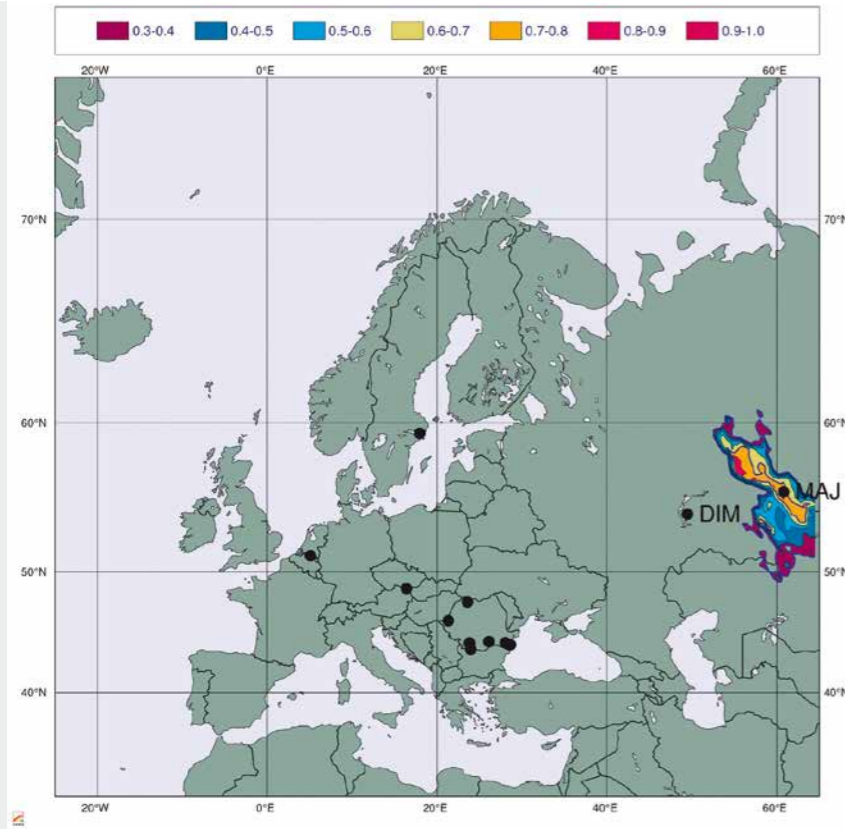
Neuer Umweltsatellit *A new environmental satellite*

Seit Oktober 2017 ist der neue europäische Umweltsatellit Sentinel-5P im All. Er misst mit extrem hoher Genauigkeit weltweit Spurengase in der Atmosphäre. Die Daten werden in Österreich unter anderem von der ZAMG verwendet, um die Analyse und Vorhersage der Luftgüte in den einzelnen Bundesländern weiter verbessern zu können, und gehen in Warnungen vor Vulkanasche im Flugverkehr und in UV-Warnungen ein. Außerdem wird die Auswertung der Sentinel-5P-Daten neue Erkenntnisse über die chemischen und physikalischen Wechselwirkungen in verschiedenen Höhen der Atmosphäre und ihre Auswirkungen auf Wetter und Klima bringen. Österreich gehört zu den wenigen Ländern, in denen bereits ein öffentlicher und kostenloser Zugang zu den Daten der Sentinel-Satelliten eingerichtet wurde. Der Datenzugang „Sentinel National Mirror Austria“ auf www.sentinel.zamg.ac.at wurde 2016 von der ZAMG umgesetzt.

The new European Sentinel-5P environmental satellite has been in space since October 2017. It measures trace gases in the atmosphere worldwide with extremely high precision. In Austria the data is used by the ZAMG among others, to enable further improvements in the analysis and forecasting of air quality in the individual Austrian Federal States – and they are also used for warnings against volcanic ash in air traffic and for UV warnings. The assessment of the Sentinel-5P data will also bring new insights into the chemical and physical interactions at various altitudes in the atmosphere along with their impact on the weather and climate. Austria is one of the few countries where public and cost-free access to the Sentinel satellite data has already been set up. The Sentinel National Mirror Austria data access at www.sentinel.zamg.ac.at was realised by the ZAMG in 2016.

Spurensuche in der Atmosphäre

Trace searches in the atmosphere



Wahrscheinliche Quellregion (lila: niedrige Wahrscheinlichkeit; rot: hohe Wahrscheinlichkeit): Isotopenproduktionsstätte Dimitrovgrad (DIM) und Wiederaufbereitungsanlage Majak (MAJ)
Possible source region (purple: low probability; red: high probability): the Dimitrovgrad isotope production plant and the Majak reprocessing plant

Im Herbst 2017 wurden in Europa gesundheitlich unbedenkliche, aber deutlich erhöhte Werte des radioaktiven Isotops Ruthenium-106 gemessen. Fachleute vermuteten eine Freisetzung im Bereich einer Produktionsanlage für medizinische oder technische Radioisotope oder in einer Wiederaufbereitungsanlage für nukleare Brennstoffe. An der ZAMG wurden mit dem Ausbreitungsmodell FLEXPART atmosphärische Rückwärtsrechnungen durchgeführt und so konnte als Quelle ein Gebiet im südlichen Ural ermittelt

werden. Das deckte sich mit den Ergebnissen des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz und der französischen Atom-Aufsichtsbehörde. Im fraglichen Gebiet befinden sich eine Isotopenproduktionsstätte und eine Wiederaufbereitungsanlage. Die russische Atombehörde schloss einen Zusammenhang mit diesen Anlagen aus.

Although they don't present any health risks, significantly increased values for the radioactive isotope Ruthenium 106 were measured in the autumn of 2017. Specialists suspected a release in the area of a production plant for medical or technical radio isotopes or a reprocessing plant for nuclear fuels. Using the FLEXPART processing model, atmospheric reverse calculations were carried out at the ZAMG and an area in the southern Ural mountains was determined. That corresponded with the results from the German Federal Office for Radiation Protection and the French Institute for Radio Protection and Nuclear Security. In the territory in question there is an isotope production plant and a reprocessing plant. The Russian Federal Agency on Atomic Energy ruled out any connection between these plants.

Kleinwindkraftanlagen und Photovoltaik

Small wind power and photovoltaic facilities



Photovoltaik: Dienstleistungen der ZAMG ermöglichen optimale Standorte und einen effizienten Betrieb erneuerbarer Energiequellen
ZAMG services enable the ideal siting and efficient operation of renewable energy sources such as photovoltaic facilities

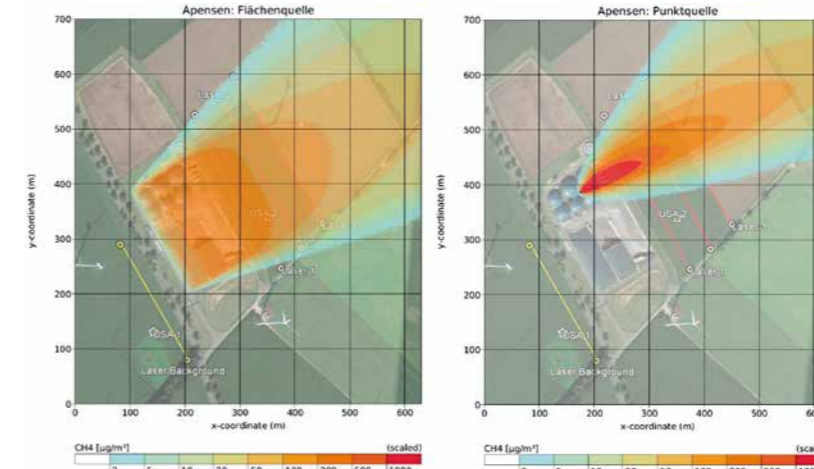
Die ZAMG ist Teil eines bis 2020 laufenden Innovationslehrgangs zu dezentralen erneuerbaren Energiesystemen in besiedelten Gebieten. Das Team der ZAMG leitet im Bereich Kleinwindkraft das Modul „Standort als Schlüsselfaktor“. Hier wird Wissen über Windmessung und Strömungssimulation zur Standortbegutachtung vermittelt. Der Lehrgang wird vom Wissenschaftsministerium im Rahmen des Programms „Forschungskompetenz für die Wirtschaft“ finanziert.

The ZAMG is a scientific partner in an innovative training programme on decentralised renewable energy systems in populated areas – which will be running until 2020. The ZAMG team is running the “location as key factor” module in the small wind power division. Knowledge that is shared here will include wind measurement and flow simulation for site assessments. This training is financed by the Austrian Ministry of Science as part of the Research Expertise for the Economy programme.

Die ZAMG erstellte 2017 mehr als 100 Umweltgutachten für Schadstoff- und Geruchsausbreitung und erneuerbare Energien.
In 2017 the ZAMG drew more than 100 environmental assessments for pollutant and odour dispersion and renewable energies.

Methanemissionen von Biogasanlagen

Methane emissions from biogas plants



Berechnungen der mittleren Methan-Konzentrationen für eine Flächenquelle (links) und eine Punktquelle (rechts) für die Biogasanlage in Apensen (D)
Calculation of average concentrations for an area source (left) and a point source (right) for the Apensen biogas plant (in Germany)

Um nationale und internationale Klimaschutzziele erreichen zu können, müssen Emissionen aus Treibhausgasquellen quantifiziert werden. Methan zum Beispiel tritt unter anderem bei Biogasanlagen aus, allerdings gibt es keine europäische Norm zur Messung der Gesamtemissionsrate.

Das Ziel des von 2016 bis 2018 laufenden Projekts MetHarmo (Europäische Harmonisierung von Methoden zur Quantifizierung von Methanemissionen aus Biogasanlagen) ist die Entwicklung europaweiter Messmethoden und praxisorientierter Richtlinien, um derartige Emissionen zu quantifizie-

ren. Das Projekt wird vom Deutschen Biomasseforschungszentrum (DBFZ) geleitet und mit der ZAMG sowie Universitäten und Forschungsinstituten aus Österreich, Deutschland, Schweden, Dänemark und Großbritannien durchgeführt.

In order to achieve national and international climate protection targets, emissions from sources of greenhouse gases need to be quantified. Methane, for example, escapes from biogas plant among other places, yet there is no European norm for measuring the overall emission rate. The objective of the MetHarmo (European harmonisation of methods to quantify methane emissions from biogas plants) project, which runs from 2016 to 2018, is to develop Europe-wide measurement methods and practise related guidelines for quantifying such emissions. The project is led by the German Biomass Research Centre and carried out with the ZAMG along with universities and research institutes in Austria, Germany, Sweden, Denmark and the UK.



Für Windkraftbetreiber liefert die ZAMG alle relevanten Daten, von Gutachten für den optimalen Standort bis zu maßgeschneiderten, regionalen Windprognosen. In den letzten zehn Jahren wurden Standort-Gutachten für rund 1.570 Windenergieanlagen in zehn Ländern erstellt.
The ZAMG provides all the relevant data for wind power operators, from assessments for the ideal site, through to tailor-made regional wind forecasts. In the last ten years assessments were prepared for the sites of around 1,570 wind energy plants in ten federal states.

Vorhersage der Vereisung von Windkraftanlagen Forecasting the icing up of wind power plants



Vereiste Windkraftanlagen sind ein Sicherheitsrisiko und verursachen hohe Kosten
Iced-up wind power plants are a safety risk that generates high costs

Vereiste Windkraftanlagen müssen aus Sicherheitsgründen abgestellt werden und verursachen hohe Kosten, denn die Betreiber verlieren Verdienst und müssen teure Ausgleichsenergie beschaffen. Im Forschungsprojekt ICE CONTROL werden neue Methoden zur Vorhersage der Vereisung entwickelt, innovative Vereisungsdetektoren getestet und der finanzielle Nutzen wird berechnet. Die ZAMG setzt das Projekt mit der Universität Wien, dem VERBUND und der Firma Meteotest um. 2017 wurde das Messkonzept erstellt

und die Test-Windkraftanlage mit Sensoren ausgerüstet. Dabei wurden extrem dünne Eisdetektor-Folien verwendet, um den Vereisungszustand und die Temperatur punktgenau am Rotorblatt zu messen.

Iced-up wind power plants must be stopped for safety reasons and then they bring about high costs. This is because the operators lose earnings and sometimes have to procure expensive compensation energy. In the ICE CONTROL research project, new methods for forecasting

icing up are developed, innovative icing up detectors are tested and their financial benefits are calculated. The ZAMG is implementing this project with the University of Vienna, the VERBUND electricity supplier and the Meteotest company. The measurement system was developed in 2017 and the test wind power plant was fitted out with sensors. Extremely thin ice detection foils were used in the process, to measure the state of icing up and the temperature on the rotor blades as precisely as possible.



Beim „Data Pioneers Create Camp“ im Februar 2017 auf der Hohen Warte in Wien entwickelten Teams aus insgesamt 50 Personen Projektideen basierend auf öffentlich zugänglichen Daten, wie sie unter anderem von der ZAMG immer mehr zur Verfügung gestellt werden.

At the Data Pioneers Create Camp on the Hohe Warte in Vienna in February 2017, teams from a total of 50 people developed project ideas based on data which is accessible to the public. More and more such data is now being made available from the ZAMG and other sources.

Neuer Großrechner für Vorhersage, Forschung und Krise A new big computer for forecasting, research and crisis management



Der neue Großrechner: 600 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde
The new big computer: 600 trillion calculation operations per second

Im Herbst 2017 nahm die ZAMG einen neuen Großrechner in Betrieb. Die maximale Rechenkapazität beträgt 600.000 Milliarden (600 Billionen) Rechenoperationen pro Sekunde. Er dient unter anderem der Verarbeitung hochkomplexer Wetterprognosemodelle im Alpenraum, der Klimaforschung und Anwendungen wie Ausbreitungsvorhersagen nach Unfällen mit gefährlichen Substanzen, wie etwa bei Bränden mit Chemikalien und radioaktiven Freisetzungen.

The ZAMG put a new big computer into operation in the autumn of 2017. Its maximum calculation capacity amounts to 600.000 billion (600 trillion) mathematical operations per second. Among other things it is used for processing highly complex weather forecasting models in the Alpine region, climate research and applications such as dispersal forecasts following accidents with dangerous substances, such as fires, with the release of chemicals and radioactive material.

2017 arbeiteten an der ZAMG 101 Mitarbeiterinnen und 221 Mitarbeiter.
Das Durchschnittsalter lag bei 40,3 bzw. 46,2 Jahren.
101 women and 221 men were employed at the ZAMG in 2017.
Their average age was 40.3 and 46.2 respectively.

Messung des (fast) Unsichtbaren Measuring the (almost) invisible



Ceilometer (schräges weißes Gehäuse) bei der Talstation der Materialseilbahn zwischen Kolm-Saigurn und Sonnblick-Observatorium
The ceilometer (in its slanting white housing) at the valley station of the goods cable lift between Kolm-Saigurn and the Sonnblick observatory

Ein Ceilometer misst mit Hilfe eines Laserstrahls Wolkenhöhen und die vertikale Verteilung von Aerosolen (z. B. Staub, Pollen, Ruß), die selbst in geringer Konzentration Einfluss auf die Luftqualität sowie auf Wetter- und Klimaprozesse haben können. Die ZAMG betreibt derzeit sechs Ceilometer: Wien Hohe Warte, Nötsch (nahe Villacher Alpe), Radstadt, Flughafen Salzburg (mit Austrocontrol), Kolm-Saigurn (nahe Sonnblick) und Altmünster. Die Daten zeigen, bis zu welcher Höhe je nach Wetterlage Aerosole vorhanden sind, und helfen bei der Interpretation von markanten Ereignissen, ob ein hoher Feinstaubgehalt in der Region verursacht wurde oder ob beispielsweise Wüstensand oder Vulkanasche mit dem Wind aus einigen hundert oder tausend Kilometern Entfernung hertransportiert wurde.

A ceilometer measures the altitude of clouds and the vertical distribution of aerosols (e.g. dust, pollen and soot) with the aid of a laser beam. Even in low concentrations, such aerosols can have an influence on air quality as well as weather and climate processes. The ZAMG currently operates six ceilometers; in Vienna Hohe Warte, Nötsch (near the Villacher Alpe mountain), Radstadt, Flughafen Salzburg (with Austrocontrol) and Kolm-Saigurn (by the Hoher Sonnblick mountain) and Altmünster. This data show altitudes up to which aerosols are present, depending on the weather situation, and they help with the interpretation of striking events. Whether they are caused by a high level of fine dust in the region or whether desert dust or volcanic ash has been transported from a distance of several hundred or several thousand kilometres away.



Marcus Hirtl, Leiter der ZAMG-Fachabteilung für Chemische Wettervorhersage
Marcus Hirtl, Head of the ZAMG department for chemical weather forecasts

Chemische Wettervorhersage *Chemical weather forecasts*

Was ist der Unterschied zwischen „normaler“ und chemischer Wettervorhersage?

Die chemische Wettervorhersage berücksichtigt auch die Ausbreitung und chemische Umwandlung von Gasen und Aerosolen, das sind winzige Teilchen in der Luft, wie Staub, Pollen und Ruß. Diese Prozesse haben für die normale Wetterprognose nicht die höchste Priorität und werden daher vorerst meist noch nicht berücksichtigt, weil sie große Rechenkapazitäten benötigen. Wenn man aber zum Beispiel wissen will, wie sich Schadstoffe in der Atmosphäre ausbreiten, wie sie sich verändern und welche Wechselwirkungen sie auslösen, muss man mit chemischen Wettervorhersagemodellen arbeiten.

Wer nutzt diese Vorhersagen?

Die ZAMG rechnet zum Beispiel für das Umweltbundesamt und für die Bundesländer Vorhersagen, wie sich die Schadstoffbelastung in den nächsten Stunden und Tagen entwickelt. Sie sind unter anderem die Basis für Warnungen vor erhöhten Konzentrationen von Ozon, Feinstaub und ähnlichen Schadstoffen. Wir sind aber auch Teil von internationalen Kooperationen wie im bis 2019 laufenden Projekt EUNADICS-AV, das eine europaweite Plattform für Daten und Analysen von Gefahrenstoffen einrichtet, die für den Luftverkehr gefährlich sein können, wie Vulkanasche.

Findet man chemische Wettervorhersagen auch online?

Auf der Website der ZAMG stehen für

ganz Europa Vorhersagen von Ozon, Feinstaub und Saharastaub frei zugänglich zur Verfügung. Für Österreich sind hier außerdem Vorhersagen eines speziellen Luftqualitätsindex zu finden, der aus unterschiedlichen Schadstoffkonzentrationen ermittelt wird, wie Ozon, Stickstoffdioxid und Feinstaub. Weiters sind aktuelle Pollenvorhersagen online, die wir in Zusammenarbeit mit dem Pollenwarndienst der MedUni Wien erstellen.

Inwiefern ändern sich Schadstoffanalysen und -prognosen durch die immer aufwändigeren Satellitenmessungen?

Der Vorteil an den neuen Umweltsatelliten wie der Sentinel-Serie ist, dass sie weltweit flächendeckend Information in sehr hoher Qualität liefern. Bodenstationen messen zwar sehr gut, aber nur an bestimmten Orten, und zwischen den Stationen haben wir in vielen Gebieten nur wenige Informationen. Wir kombinieren daher für die chemische Wettervorhersage die Daten der Bodenstationen und der Satelliten und erhalten so sehr genaue Analysen der gesamten Schadstoffverteilung.

What is the difference between “normal” and “chemical” weather forecasts?

Chemical weather forecasts also take the spread and chemical transformation of gases and aerosols into account. These are tiny particulates in the air such as dust, pollen and soot. These processes do not have the highest priority for normal weather forecasts and, for



Bringt der Wind große Mengen an Sand aus der Sahara nach Österreich (hier Hochkogel bei Saalbach), können sich zum Beispiel Temperatur, Sonneneinstrahlung und Eigenschaften der Schneedecke deutlich ändern

If the wind brings large quantities of sand from the Sahara desert to Austria (here at the Hochkogel mountain near Saalbach), factors such as temperature, solar radiation and snow-cover characteristics can change significantly

this reason, they are currently not yet taken into account because they require very large computing capacities. If we want to know, however, how pollutants are dispersing in the atmosphere and what interactions they induce, we then need to work with chemical weather forecasting models.

Who uses these forecasts?

The ZAMG calculates how the impact of pollution will develop in the next few hours and days, for example, for the Federal Environment Agency and for our Federal States in Austria. They form part of the basis for warnings against raised concentrations of ozone, fine dust and similar pollutants. But we are also part of international cooperation projects such as the EUNADICS-AV, which is running until

2019. This has set up a Europe-wide platform for data and analyses of hazardous substances, such as volcanic ash, that could be dangerous for air traffic.

Can you also find chemical weather forecasts online?

There are forecasts available of ozone, particulates and Sahara dust, that are freely accessible for the whole of Europe on the ZAMG website. Forecasts of a special air quality index can also be found for Austria here. This is determined from various different pollutant concentrations such as ozone, nitrogen dioxide and particulates. There are also the latest pollen forecasts online, which we issue in cooperation with the Pollen Warning Service of the Medical University of Vienna.

How much do pollutant analyses and forecasts change in the light of increasingly complex satellite measurements? The advantage of the new environmental satellites, such as the Sentinel series, is that they provide comprehensive information worldwide to a very high quality standard. Although ground stations measure very well, they only measure in certain locations. Between the stations, and in many other areas, we only have a little information. That is why we combine the data from the ground stations and the satellites for the chemical weather forecasts. That way we get precise analyses of the whole overall pollutant distribution.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
ARISTOTLE	Aufbau und Gestaltung eines flexiblen Frühwarnsystems für verschiedene Umweltkatastrophen-Szenarien	INGV (ZAMG ist Koordinator für Meteorologie)	INGV, ZAMG, NOA, KOERI, NIEP, IPMA, GFZ, BGS, UKMO, SMHI, FMI, KNMI, IMO, EUMETNET, CSEM	EU (DG-ECHO)	Gerhard Wotawa
DMA	The data services ecosystem Austria realises an important part of the Austrian digital infrastructure	Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH	Semantic Web Community, AIT, Donau Universität Krems, EODC, Know-Center Research Center for Data-Driven B, Compass-Verlag, JR, Catalysts, Lefkopoulos, INiTS, T-Mobile Austria, T-Systems Austria, Wikimedia Austria, Siemens	FFG (IKT der Zukunft)	Günther Tschabuschnig
EUNADICS-AV	Systementwicklung zur Bereitstellung von Informationen bei Naturereignissen, die den Flugverkehr beeinflussen	ZAMG	Eumetnet, CNR, DLR, IASB-BIRA, BRIMATECH, PLUS, INGV, ECMWF, UPC, STUK, ULB, ACG, BMLVS, FLIGHTKEYS	EU (H2020)	Gerhard Wotawa
INTERACT II	Building capacities for identifying, understanding, predicting and responding to environmental changes	University Lund	44 Research stations	EU (H2020)	Marc Olefs
MetHarmo	Europaweite Harmonisierung von Methoden zur Quantifizierung von Methanemissionen aus Biogasanlagen	National: BOKU, Inst. f. Abfallwirtschaft; International: Dt. Biomasseforschungszentrum Leipzig	BOKU (Inst. f. Abfallwirtschaft), ZAMG, JR, Universität Stuttgart, Swedish Energy Research Centre, Technical University of Denmark	National: FFG, Cooperative R-D projects, Industrial Research, Experimental Development International: 9th ERA-Net Bioenergy Joint Call	Martin Piringer
Operationelle Ozonprognosen	Bereitstellung von Ozonprognosen sowie Evaluierung der Vorhersagen mit Messdaten	ZAMG		MA22, Land NÖ, Land Burgenland	Marcus Hirtl
PollenMon	Improvement of phenological models by means of time series of EO data for numerical pollen forecast	ZAMG	DIGITAL, Institut für Informations- und Kommunikationstechnologien, Joanneum Graz	FFG (ASAP)	Helfried Scheifinger
RPAmsS (Drohnen-Projekt)	Drohnenmessungen im Gailtal und deren Verifizierung von atmosphärischen sowie chemischen Parametern	ZAMG	SISTEMA GmbH, Environmental Data Mining, Wien	FFG (COIN-Programm)	Christian Stefan
SAMIRA	Ermöglicht verbesserte Luftqualitätsbeurteilung anhand von Satellitendaten und Modellanwendungen	NILU	Universität Warschau, CHMI, IDEA-ENVI, INOE, UBB, NMA	ESA	Marcus Hirtl
smart(D)ER	Identifizierung und Bearbeitung zukunftsrelevanter Themen wie Kleinwindkraftanlagen und Solarenergie	FH Technikum Wien	AEE NÖ, Solvento, EWS, AIT, OFI, E-Control, Avantsmart	FFG (BMWFW; Innovationslehrgänge)	Kathrin Baumann-Stanzer
VEEDAM	Plattform-Entwicklung für Satellitenprodukte zur Visualisierung und Archivierung von Satellitendaten	SISTEMA	ZAMG, EOX	ESA	Marcus Hirtl
Urbane Kleinwindkraft	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

Erdbebenforschung an Schulen *Earthquake research in schools*

Im Rahmen der Sparkling-Science- und Citizen-Science-Projekte „Schools & Quakes“ und „QuakeWatch Austria“ leisteten Schülerinnen und Schüler des TGM Wien, der HTL Mödling und der HTL Wr. Neustadt gemeinsam mit der ZAMG und der Technischen Universität Wien substantielle Beiträge zur Erdbebenforschung. Dazu gehörten der Ausbau des seismischen Messnetzes, die Entwicklung neuer Methoden und Geräte zur Detektion von Erdbeben sowie eine neue App, welche die sofortige Meldung von Erdbebenwahrnehmungen ermöglicht. Die Arbeiten wurden bei der Schlussveranstaltung am 30. Mai 2017 im Festsaal der TU Wien präsentiert.

Die neuen Messstationen wurden wegen des geringen seismischen Störpegels in Höhlen oder Stollen stillgelegter Bergwerke installiert, wie in der Seegrotte Hinterbrühl, in der Emmerberg Höhle (Fischauer Berge), im Georgistollen (Pitten) und im Schaubergwerk Grillenberg (Payerbach). Die Daten stehen in Echtzeit dem Erdbebendienst und der Forschung zur Verfügung.

As part of the Schools & Quakes, Quake-Watch Austria Sparkling Science and Citizen Science projects, students at the TGM Vienna, the HTL Mödling and the HTL Vienna Neustadt made considerable contributions to earthquake research together with the ZAMG and the Technical University of Vienna. This included the extension of the seismic measurement network, the development of new methods and devices for detecting earthquakes as well as a new app to enable immediate reporting of earthquake perceptions. This work was presented at the final event in the festival hall of the Technical University of Vienna on 30 May 2017.

To take advantage of the limited background noise, the new measurement stations were installed in caves or tunnels in disused mines such as the Seegrotte Hinterbrühl, the Emmerberg cave (in the Fischau Mountains), the Georgistollen (near Pitten) and the Grillenberg show mine (near Payerbach). This data is available to the Earthquake Service and research in real time.

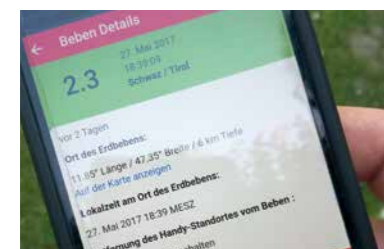
Übung: schweres Erdbeben im Raum Scheibbs A severe earthquake exercise in the Scheibbs area



Erdbebenübung in Scheibbs
The severe earthquake exercise in Scheibbs

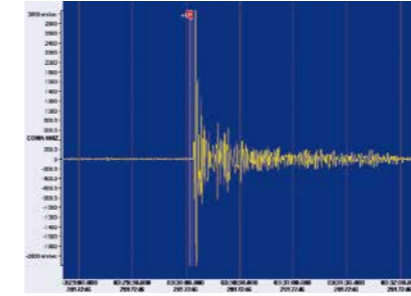
Im Raum Scheibbs, Niederösterreich, fand am 22. September 2017 eine Katastrophenschutz-Übung des Landes Niederösterreich statt. Rund 800 Spezialkräfte waren beteiligt, unter anderem Feuerwehr, Bergrettung, Bundesheer, Rotes Kreuz und Arbeiter-Samariterbund. Die Annahme der Übung war ein schweres Erdbeben, wie es sich in dieser Region vor rund 150 Jahren ereignet hat. Das Erdbebenszenario wurde von der Abteilung Geophysik der ZAMG entworfen und diente als Grundlage für den Übungsablauf und die Selektion der Übungsorte. Randbedingungen waren unter anderem: Im Umkreis von 3 km erleiden viele Wohnhäuser Mauerrisse, alte Gebäude wie Kirchen und Schlösser stürzen teilweise ein und Felsstürze und Hangrutsche blockieren Straßen.

In the Scheibbs area in Lower Austria an emergency management exercise by the Federal State of Lower Austria took place on 22 September 2017. Around 800 special services were involved, including the fire brigade, mountain rescue, the Austrian Armed Forces, the Red Cross and the Workers' Samaritan Foundation. The exercise was based on the assumption of a severe earthquake, as had happened here 150 years ago. The earthquake scenario was designed by the geophysics department of the ZAMG and formed the basis for sequencing the exercise and selecting the exercise locations. Some of the ancillary conditions were concerned with how, within a perimeter of 3 km, many residential buildings suffered from cracks in the walls, parts of old buildings such as churches and castles collapsed and rock-falls and landslides blocked roads.



Im Mai 2017 wurde die App „**QuakeWatch Austria**“ präsentiert. Sie dient der schnellen Übermittlung von Erdbebenmeldungen aus der Bevölkerung und liefert Infos zu weltweiten Beben der letzten Stunden und Wochen sowie Tipps zum Verhalten bei Erdbeben und statistische Informationen.
The QuakeWatch Austria app was first presented in May 2017. It enables the quick transmission of earthquake reports from the public and provides information on worldwide earthquakes in the last hours and weeks as well as tips on behaviour with earthquakes and statistical information.

Nukleartest in Nordkorea Nuclear test in North Korea



Rund elf Minuten nach dem Atomtest wurden die Bebenwellen im Conrad-Observatorium gemessen

The earthquake waves were measured when they reached the Conrad Observatory around eleven minutes after the atomic test

Am 3. September 2017 registrierte das seismische Messnetz der ZAMG eine Explosion aus Nordkorea. Nach Angaben der Demokratischen Volksrepublik Korea handelte es sich um einen unterirdischen Test einer Wasserstoffbombe. Es war das bisher stärkste von sechs Ereignissen, die seit dem Jahr 2006 gemessen wurden. Die ZAMG ist Teil des weltweiten Kontrollnetzes zur Überwachung des Verbots von Kernwaffentests, das von der CTBTO (Organisation des Vertrags über das umfassende Verbot von Nuklearversuchen) organisiert wird.

The ZAMG seismic measurement network registered an explosion from North Korea on 3 September 2017. According to the Democratic People's Republic of Korea, this was a subterranean test of a hydrogen bomb. It was the strongest of six events to date that have been measured since 2006. The ZAMG is part of the worldwide control network organised by the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organisation for monitoring the prohibition of nuclear weapon tests.

Die 40 seismischen Messstationen der ZAMG registrieren pro Jahr rund 10.000 Erdbeben aus der ganzen Welt.

The 40 ZAMG seismic measurement stations register around 10,000 earthquakes throughout the world each year.

Sonderausstellung „Gewaltig! Extreme Naturereignisse“

Special exhibition on Tremendously Extreme Natural Phenomena



Nachbau des Hochwassers von 2013 in Melk im Rahmen von „Gewaltig! Extreme Naturereignisse“
Replica of the 2013 flood in Melk as part of the Tremendously Extreme Natural Phenomena! exhibition

Das Haus der Natur im Museum Niederösterreich in St. Pölten zeigte von März 2017 bis Februar 2018 in Kooperation mit der ZAMG eine Sonderausstellung zu historischen und aktuellen Naturkatastrophen. Das Ziel war, möglichst lebensnah zu vermitteln, wie Naturkatastrophen entstehen und wie sie sich mit dem Klimawandel entwickeln. Kuratiert wurde die Ausstellung unter anderem von Christa Hammerl (ZAMG-Expertin für historische Erdbeben) und Peter Melichar (langjähriger Leiter der ZAMG-Geophysik und Initiator des Conrad-Observatoriums). Elf

noch nie gezeigte historische Messinstrumente und Live-Daten aus dem Conrad-Observatorium zeigten die enorme Entwicklung der geophysikalischen Wissenschaften.

The Haus der Natur in the Lower Austria Museum in St. Pölten, in cooperation with the ZAMG, has been showing a special exhibition on historical and current natural disasters from March 2017 to February 2018. The objective was to portray in as lifelike a way as possible how natural disasters come about and how they develop with climate change. Among the curators of the exhibition were Christa Hammerl (ZAMG expert on historical earthquakes) and Peter Melichar (Head of ZAMG geophysics for many years and initiator of the Conrad Observatory). Eleven historic measurement instruments that have never before been shown in public and live data from the Conrad Observatory showed the enormous development of the geophysical sciences.

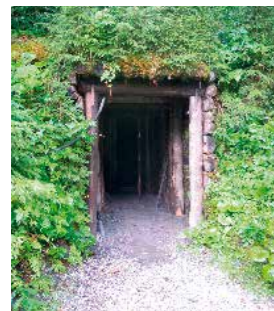
Brot und Spiele in Carnuntum *Bread and circuses in Carnuntum*



Archäologie ohne Grabungen: Mit Magnetfeldmessungen und Bodenradar untersuchten LBI ArchPro, ZAMG und internationale Partner im Auftrag des Landes Niederösterreich den fast zehn Quadratkilometer großen Kernbereich der antiken Metropole Carnuntum östlich von Wien. Im März 2017 wurden neue sensationelle Funde präsentiert. Nördlich des vor etwa 90 Jahren freigelegten Amphitheaters und der Gladiatorenschule in Petronell-Carnuntum konnte ein ganzer Stadtbezirk mit Großbäckereien, Tavernen und Geschäften nachgewiesen werden, wichtige Teile für die Durchführung römischer Spektakel wie Gladiatorenkämpfe. Historisch noch sensationeller ist der Fund eines unter der späteren Stadtmauer entdeckten Amphitheaters.

Archaeology without digging. LBI ArchPro, the ZAMG and international partners investigated an almost ten square kilometre large core area of the ancient metropolis of Carnuntum, east of Vienna, with magnetic field measurements and ground radar on behalf of the State of Lower Austria. Sensational new finds there were presented in March 2017. North of the amphitheatre that was uncovered around 90 years ago and the gladiator school in Petronell-Carnuntum, an entire urban district could be ascertained with large-scale bakeries, taverns and shops, and important areas for carrying out Roman spectacles such as gladiator fights. Even more sensational historically is the find of an amphitheatre discovered under the city walls.

Aus den Messungen visualisiert: Blick von der Stadtmauer Carnuntums auf Tavernen, Amphitheater und Gladiatorenschule
Visualised from the measurements: a view from the Carnuntum city wall of taverns, amphitheatre and the gladiator school



Im historischen Johannesstollen bei Leogang wurde im Sommer 2017 eine **hochempfindliche seismische Messstation** errichtet. Sie misst Bodenbewegungen ab etwa einem Nanometer pro Sekunde (ein Millionstel Millimeter pro Sekunde).
A highly sensitive seismic measurement station was set up in the historic Johannes tunnel in the summer of 2017. It measures ground movements from around a nanometre (a millionth of a millimetre) per second.

Neues Materialmagnetometer *A new material magnetometer*



Mit dem neuen Materialmagnetometer wurden 2017 an der ZAMG unter anderem mit der Utah University Sedimentproben aus dem Paläozän/Eozän-Temperaturmaximum analysiert, einer Zeit globaler Erwärmung vor 56 Millionen Jahren. Mit dem Materialmagnetometer werden selbst winzigste magnetische Konzentrationen gemessen. Es liefert aus der Geschichte der Erde Informationen über Änderungen im Erdmagnetfeld und Klima. Es dient aber auch technischen Anwendungen, wie in der Raumfahrt, wo nichtmagnetische Materialien benötigt werden.

In 2017 the new ZAMG material magnetometer was used to analyse sediment samples with the University of Utah from the Palaeocene/Eocene Thermal Maximum – a time of global warming 56 million years ago. Even the tiniest magnetic concentrations are measured with the material magnetometer. It provides information about changes in the magnetic field and climate from the history of the earth. It is also used for technical applications such as space travel, where non-magnetic materials are required.

Magnetometer: Analyse bei Temperaturen zwischen -269 °C und $+800\text{ °C}$
The magnetometer – for analysing temperatures between -269 °C and $+800\text{ °C}$

Die Erdkruste in Österreich hebt und senkt sich im Kraftfeld von Erde und Mond (Ebbe und Flut) um bis zu 50 Zentimeter.

The Earth's crust in Austria raises and lowers itself in the force field of the Earth and Moon (ebb and flow) by up to 50 centimetres.

Bodenerkundung für Hochwasserschutz entlang des Rheins *Ground survey for flooding along the river Rhine*



Das motorisierte Bodenradarsystem ermöglicht eine sehr detaillierte Analyse des Untergrunds
This motorised ground radar system enables an extremely detailed analysis of the subsurface

Die ZAMG-Abteilung für Angewandte Geophysik untersuchte 2017 den Untergrund an Teilen des Rheins. Das Bodenradar drang dabei bis zum Grundwasserspiegel in rund vier Meter Tiefe vor. Mit den Daten konnten unter anderem Brunnen, Bühnen, Drainagen, Gräben, Leitungen, alte Schienentrasen, Schotter- und Schuttflächen, Wege unterschiedlichen Alters, Löcher und die Altarme des Alpenrheins unterschieden und entsprechend in Karten eingetragen werden. Die Arbeiten waren Teil des Hochwasserschutzprojekts Rhesi, der ersten großen Etappe des Entwicklungskonzepts Alpenrhein, welches von den Regierungen Vorarlbergs, Liechtensteins, Graubündens und St. Gallens unterzeichnet wurde und rund 300.000 Menschen in der Region dient.

The ZAMG department for applied geophysics investigated the subsurface of parts of the river Rhine in 2017. The ground radar penetrated down to the ground-water level at a depth of around four metres. The data enabled springs, breakwaters, drainages, ditches, cables, old railway lines, gravel and rubble areas, paths of different ages, holes and the oxbow lakes of the Alpine Rhine to be distinguished among other things and entered accordingly into maps. This work was part of the Rhesi flood protection project, the first large stage of the Alpine Rhine development plan, which has been undersigned by the governments of Vorarlberg, Liechtenstein, Grison and St. Gallen and serves a good 300,000 people in the region.



Ingrid Schlögel hat 2017 die Leitung der ZAMG-Fachabteilung für Angewandte Geophysik übernommen
Ingrid Schlögel took over the management of the ZAMG department for applied geophysics in 2017

Angewandte Geophysik *Applied geophysics*

Was versteht man unter Angewandter Geophysik?

Vereinfacht gesagt, geht es darum, den Boden ohne aufzugraben bis in einige Meter Tiefe zu untersuchen. Dafür werden durch künstliche Quellen seismische oder elektromagnetische Schwingungen oder Radarstrahlen erzeugt und dann wird gemessen, wie sie sich im Boden ausbreiten. Je nach Gestein oder anderen Materialien im Untergrund zeigen die Messungen bestimmte Muster und man erhält ein sehr genaues Bild, wie der Boden aufgebaut ist.

Wo werden diese Methoden genutzt?

An der ZAMG hat mittlerweile die Nutzung für die grabungsfreie Archäologie eine große Tradition. Wir sind seit vielen Jahren in Österreich, in Europa und weltweit im Einsatz, oft mit Partnerorganisationen wie dem LBI ArchPro. Carnuntum, Stonehenge und Ephesos gehören sicher zu den bekanntesten unserer Einsatzgebiete. Seit 2017 betreiben wir außerdem ein Messboot, mit dem wir auch die Bodenschicht unter Wasser auf Zentimeter genau vermessen können. Das Boot wird in Zukunft bei archäologischen Projekten zum Einsatz kommen, aber auch in der Ingenieurgeophysik, dem zweiten großen Bereich der Angewandten Geophysik.

Welche Bereiche gehören zur Ingenieurgeophysik?

Wir arbeiten zum Beispiel bei der Überprüfung von Dämmen mit, wie beim Marchfeld-Schutzdamm und im Dreiländereck am Rhein. Aber auch bei

vielen Bauprojekten sind wir im Einsatz. Wenn man zum Beispiel wissen muss, wie stabil der Untergrund ist, ob alte Leitungen im Boden liegen oder andere Altlasten vorhanden sind. Auch der Stollen- und der Tunnelbau gehören zu unseren Anwendungsgebieten. Hier geht es unter anderem um die Standfestigkeit, also um die Frage, ob das Gestein hält, wenn man einen Tunnel bohrt. Grob gesagt, gehören alle Untersuchungen bis etwa 20 Meter Bodentiefe zu den Einsatzgebieten. Wir arbeiten hier auch intensiv mit anderen Institutionen zusammen, wie mit der Technischen Universität Wien.

Was sind die Herausforderungen?

Im dicht bebauten Gebiet, also in Städten, ist es deutlich schwieriger, mit den Methoden der Angewandten Geophysik zu arbeiten. Denn der Untergrund ist durch die Bebauung sehr komplex und es gibt schlicht und einfach auch weniger Platz zum Messen. Wir haben daher 2017 ein eigenes Projekt gestartet, um spezielle Anwendungen für Stadtgebiete zu untersuchen und zu entwickeln.

What do we understand by applied geophysics?

Simply put, it is about examining the ground without digging down to a depth of a few metres. To do this, seismic or electromagnetic oscillations or radar beams are generated from artificial sources and measurements are then made of how they spread in the ground. Depending on the rock or other materials underground, the measurements show certain patterns and we get a very



Methoden der Geophysik kommen unter anderem im Tunnelbau zum Einsatz und allgemein bei Bauvorhaben, aber auch bei der Suche nach Grundwasser und Hohlräumen, in der Erkundung von Gletschern und Permafrost sowie in der Archäologie
Methods from geophysics are used in building tunnels, for example, and generally in construction projects – but they are also applied in the search for groundwater and caverns, in research into glaciers and permafrost as well as in archaeology

precise picture of how the ground is structured.

Where are these methods used?

At the ZAMG, the use of archaeology without digging has by now developed a great tradition. We have been deployed for many years in Austria, in Europe and throughout the world, often with partner organisations such as the LBI ArchPro. Carnuntum, Stonehenge and Ephesus are definitely among the most well-known of our operations. We have also been operating a survey boat since 2017, which we can also use to accurately measure the ground layer under water right down to the last centimetre. This boat will in future be deployed in archaeological projects, but also in geo-

physical engineering – the second largest area of applied geophysics.

What areas belong to geophysical engineering?

We contribute to the checking of dams, for example, such as with the Marchfeld protective barrier and in the three-country-corner on the river Rhine. But we are also in deployment in many construction projects. If we need to know, for example, how stable the subsurface is, if any old cables are lying in the ground or if any other residual waste is in evidence. Our areas of application also include the construction of shafts and tunnels. Among other aspects it is about the stability here – that is, whether the rock will hold if we bore a tunnel through it. Broadly speak-

ing, all investigations down to a depth of around 20 metres belong to our areas of deployment. We work closely with other institutions, such as the Technical University of Vienna, here.

What are the special challenges?

In densely built-up areas, that is in cities, it is significantly more difficult to work with applied geophysics methods, because the building development is very complex underground and there is simply less room for measuring. So we have started our own project in 2017, to examine and develop applications for urban areas.



KURZBEZEICHNUNG	KURZBESCHREIBUNG	LEAD PARTNER	PARTNER	FÖRDERSTELLE	ZAMG-ANSPRECHPERSON
Geomagnetic Field Record in Volcanic Glass	Bestimmung hochpräziser Magnetfeldwerte aus vulkanischen Gläsern	LMU München	ZAMG, University Lancaster	DFG	Roman Leonhardt
GeoTief EXPLORE	Integrative Maßnahmen zur systematischen Erkundung/Nutzbarmachung der Tiefen-Geothermie im Wiener Becken	Wien Energie	ZAMG	FFG (Klima+energie fonds)	Wolfgang Lenhardt
Geomagnetic Field Reversal	Projektschwerpunkt ist die Erforschung von Polumkehrungen, deren Ursachen und Konsequenzen	ZAMG	Montanuniversität Leoben, NGU, Uni Montpellier, Joanneum	FWF	Roman Leonhardt
Historische Erdbebenforschung	Historische und rezente Erdbebenaktivität in Tirol – Quellen, Daten, seismologische Analyse	ZAMG		Land Tirol, ASFINAG, VERBUND, Fachgruppe der Seilbahnen Tirol, TIWAG, ÖBB	Christa Hammerl
Messnetz Südtirol	Betreuung des Südtiroler Erdbebennetzes der ZAMG/Geophysik	ZAMG		Agentur für Bevölkerungsschutz, Südtirol	Wolfgang Lenhardt
QuakeWatch	Erfassung von Erdbebenmeldungen via Smartphone-App	ZAMG	Mertl Research GmbH, TGM Wien, Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation	BMWF	Wolfgang Lenhardt
SeisRockHT	Seismic Rockfall Monitoring der Region Hohe Tauern	ZAMG	Uni Salzburg, Mertl Research GmbH, TU Graz, alpS	ÖAW	Wolfgang Lenhardt, Helmut Hausmann, Wolfgang Schöner, Daniel Binder
Schools & Quakes	Schüler erweitern ihr Wissen über lokale Erdbeben	Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation	Mertl Research GmbH, TGM Wien, HTL Wr. Neustadt, HTL Mödling	BMWF	Wolfgang Lenhardt
Urban Utilities	Finden eines plattformunabhängigen Systems für das Auffinden von Utilities im städtischen Bereich	Geoprospectors GmbH (GPO)	ZAMG, Peschak Autonome Systeme GmbH, MS.GIS Informationssysteme GmbH	FFG (COIN)	Klaus Löcker
Variations of the Earth magnetic field	Gewinnung von Magnetfeldaufzeichnungen aus archäologischem Material	ZAMG	NGU Trondheim, Montanuniversität Leoben, LBI, LMU München, Akademie der Wissenschaften Tschechische Republik, Observatorium Hurbánovo, Observatorium Tihany	FWF	Roman Leonhardt
Weltraumwetter	Geomagnetically induced currents in Austria	ZAMG	NGU Trondheim, GBA, MUL, APG, BGS	FFG (ASAP)	Roman Leonhardt



Am Puls der Erde *At the pulse of the Earth*

Eines von weltweit 30 hochpräzisen Gravimetern zur Messung des Schwerefeldes der Erde steht im Conrad-Observatorium der ZAMG. Es ging 2017 ins zehnte Messjahr und registriert kleinste Änderungen der Erdanziehungskraft (Millionstel Millimeter pro Sekundenquadrat), die etwa durch Erdbeben, Gezeiten, Änderungen im Erdkern und der Erdrotation oder durch das Schmelzen von Gletschern sowie durch Wolken und Regen verursacht werden. Das Gravimeter ist eines der weltweit am längsten eingesetzten Instrumente, die in dieser Genauigkeit zeitliche Änderungen der Erdschwere messen.

Das Conrad-Observatorium am Tafelberg in Niederösterreich gehört zu den weltweit modernsten geophysikalischen Observatorien und ist fast zur Gänze unterirdisch angelegt. Es garantiert störungsfreie Bedingungen und dient unter anderem der Messung und Erforschung von Erdbeben, Erdschwere, Erdmasse, Magnetfeld, geodätischen Parametern, atmosphärischen Wellen und meteorologischen Daten.

One of the 30 extremely precise gravimeters for measuring the Earth's gravitational field around the world is located at the ZAMG Conrad Observatory. It went into its tenth year of measurements in 2017, registering the smallest changes in the Earth's gravitational force (in millionths of millimetres per second squared) that are caused by earthquakes, tides, changes in the Earth's core and Earth rotation – or by the melting of glaciers as well as by clouds and rain. The gravimeter is one of the longest deployed instruments worldwide that measures changes in gravity over time to this degree of precision.

The Conrad Observatory on the Tafelberg in Lower Austria is one of the most modern geophysical observatories worldwide and is almost completely set out below ground. This guarantees undisturbed conditions and enables the measurement of, and research into, earthquakes, gravity, earth mass, magnetic field, geodesic parameters, atmospheric waves and meteorological data among other things.



Sonnenstürme und unser Stromnetz

Solar storms and our electricity grid



Seismisch-gravimetrischer Teil des Observatoriums
The seismic-gravimetric section of the observatory



Eingang zum Conrad-Observatorium
Entrance to the Conrad Observatory



Laser-Eichung für Absolutmessung des Erdmagnetfelds
Laser gauging for absolute measurement of the earth's magnetic field



Geomagnetischer Teil des Observatoriums
Geomagnetic section of the observatory

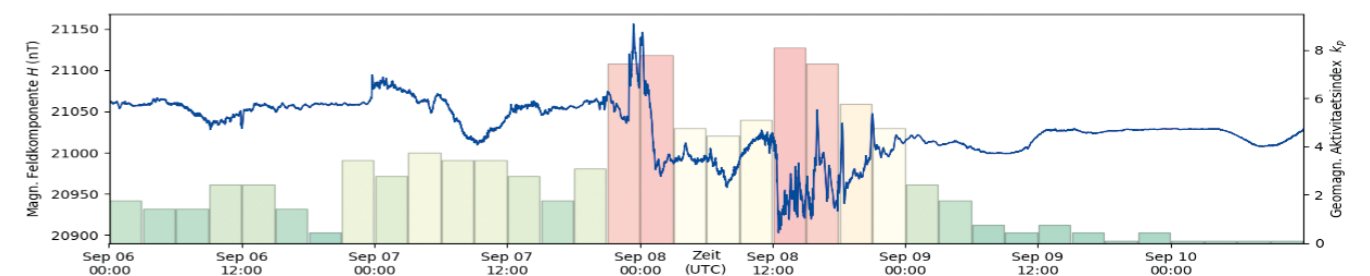
Im März 1989 wurde in Quebec (Kanada) ein Transformator durch einen geomagnetischen Sturm so schwer beschädigt, dass das Stromnetz für neun Stunden zusammenbrach. Bei geomagnetischen Stürmen erreichen große Wolken geladener Partikel von der Sonne die Erde und führen zu starken Variationen im Erdmagnetfeld. Sie verursachen induzierte Gleichströme im Stromnetz und Nordlichter. An der ZAMG werden diese Magnetstürme erforscht und Warnmethoden entwickelt.

Hier gehen ein: Messungen der Variationen im Erdmagnetfeld (Conrad-Observatorium), Daten der Leitfähigkeit des Untergrunds (Kooperation mit der Geologischen Bundesanstalt) und Daten des Stromnetzes (Kooperation mit Austrian Power Grid). Im Juni 2017 wurde über das Modell erstmals ein internationaler Forschungsartikel veröffentlicht. Einer der nächsten Schritte ist eine Extreme-Case-Scenario-Studie mit historischen Daten, um gefährdete Stellen im Netz zu identifizieren.

In March 1989, a transformer in Quebec (Canada) was so badly damaged by a geomagnetic storm that the electricity grid there broke down for nine hours. In geomagnetic storms, large clouds of charged particles from the sun reach the Earth and lead to strong variations in its magnetic field. They cause induced direct currents in the electricity grid and Northern Lights. These magnetic storms are researched at the ZAMG and warning methods are developed. The input here includes

measurements of variations in the Earth's magnetic field (from the Conrad Observatory), data on the conductivity of the subsurface (in cooperation with the Geological Survey of Austria) and data from the electricity grid (in cooperation with the Austrian Power Grid). In June 2017 an international research article on this model was published for the first time. One of the next steps is an extreme case scenario study with historic data for the purpose of identifying endangered locations in the network.

Stärkster geomagnetischer Sturm 2017: horizontale geomagnetische Variationen (blau) und Aktivitätsindex (Hintergrund). Es gab große geomagnetisch induzierte Ströme im Stromnetz.
The strongest geomagnetic storm in 2017. The horizontal geomagnetic variations (blue) and the activity index (background). There were very large induced flows in the electricity grid.





Hochwertiger internationaler Forschungsstandort

A valuable international research location

Die hochalpine Lage in 3.100 Meter am Alpenhauptkamm und die ganzjährige Betreuung durch Techniker ermöglichen am Sonnblick-Observatorium Messungen und wissenschaftliche Untersuchungen aus unterschiedlichsten Fachgebieten wie nur an wenigen vergleichbaren Observatorien weltweit. Das Sonnblick-Observatorium ist daher gefragter Partner in hochwertigen internationalen Netzwerken. Einige Beispiele dazu: NDACC (Erfassung des physikalischen und chemischen Zustands der Atmosphäre und Beurteilung der Auswirkungen auf das globale Klima), GAW (Monitoring von Änderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre und ihrer Auswirkungen), BSRN (Messungen des Strahlungsfelds an der Erdoberfläche), GCW (Einfluss der Eisgebiete auf die Landoberflächen und die Atmosphäre), LTER (globales Verständnis des Ökosystems), VAO (Vernetzung von Forschungsstationen in den Alpen) und INTERACT (Netzwerk von weltweit 79 Forschungsstationen, z. B. aus den USA, aus Kanada, Grönland und Russland).

Its high Alpine location on the main Alpine ridge at an altitude of 3,100 metres and its maintenance by technicians throughout the year enable measurements and scientific investigations from many different specialist disciplines to be carried out at the Sonnblick Observatory that can only be done at a few observatories worldwide. This makes the Sonnblick Observatory much in demand as a partner in valuable international networks. Here are some examples of this: NDACC (records the physical and chemical state of the atmosphere and assesses their impact on the global climate), GAW (monitors changes in the composition of the atmosphere and its impacts), BSRN (measures the radiation field on the surface of the earth), GCW (monitors the influence of the ice regions on the land surfaces and the atmosphere), LTER (for a global understanding of the ecosystem), VAO (networks research stations in the Alps), INTERACT (provides a network of 79 research stations throughout the world including from the USA, Canada, Greenland and Russia).

2017

sonnblick-observatorium
the sonnblick observatory



125 Jahre Sonnblick Verein und neue Herausforderungen

125 years of the Sonnblick Association and new challenges



Die Mess-Plattform am Sonnblick-Observatorium
The measurement platform at the Sonnblick Observatory



Arbeiten im Rahmen der Permafrost-Messungen
Work to support the permafrost measurements



Das ZAMG-Team am Sonnblick-Observatorium
The ZAMG team at the Sonnblick Observatory



Wissenschaft in den Wolken
Science in the clouds

1892 wurde der Sonnblick Verein gegründet, der Eigentümer von Gebäude und Infrastruktur des Sonnblick-Observatoriums. Er verhinderte mehrmals mit zum Teil ungewöhnlichen Maßnahmen eine Schließung des Observatoriums aus Kostengründen, unter anderem nach dem Zweiten Weltkrieg mit einem Benefizkonzert des Staatsopernorchesters. Heute stehen dem Observatorium jährliche Subventionen des jeweiligen für Wissenschaft und Forschung zuständigen Ministeriums (derzeit BMBWF)

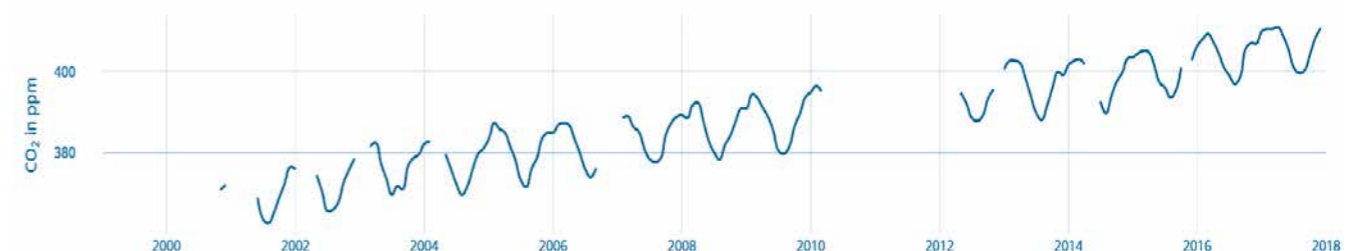
und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften sowie Vereins- und Sponsoringbeiträge zur Verfügung. Um einen durchgehenden Betrieb in dieser extremen Lage aufrechterhalten zu können, müssen immer wieder Teile der Infrastruktur erneuert werden. 2017 wurde die Notstromversorgung mittels einer Förderung der Landesregierung Salzburg modernisiert und der Grundstein für die neue Seilbahn gelegt. Auch an einer neuen 20-Kilovolt-Leitung zum Observatorium wird gearbeitet.

The Sonnblick Association of the owners of the building and infrastructure of the Sonnblick Observatory was founded in 1892. Often with recourse to unusual measures, it has forestalled the closing of the Observatory for financial reasons. An example of this was a benefit concert by the State Opera Orchestra after the Second World War. Today annual subsidies are available to the Observatory from the respective ministry responsible for science and research (currently the Federal Ministry of Education, Science

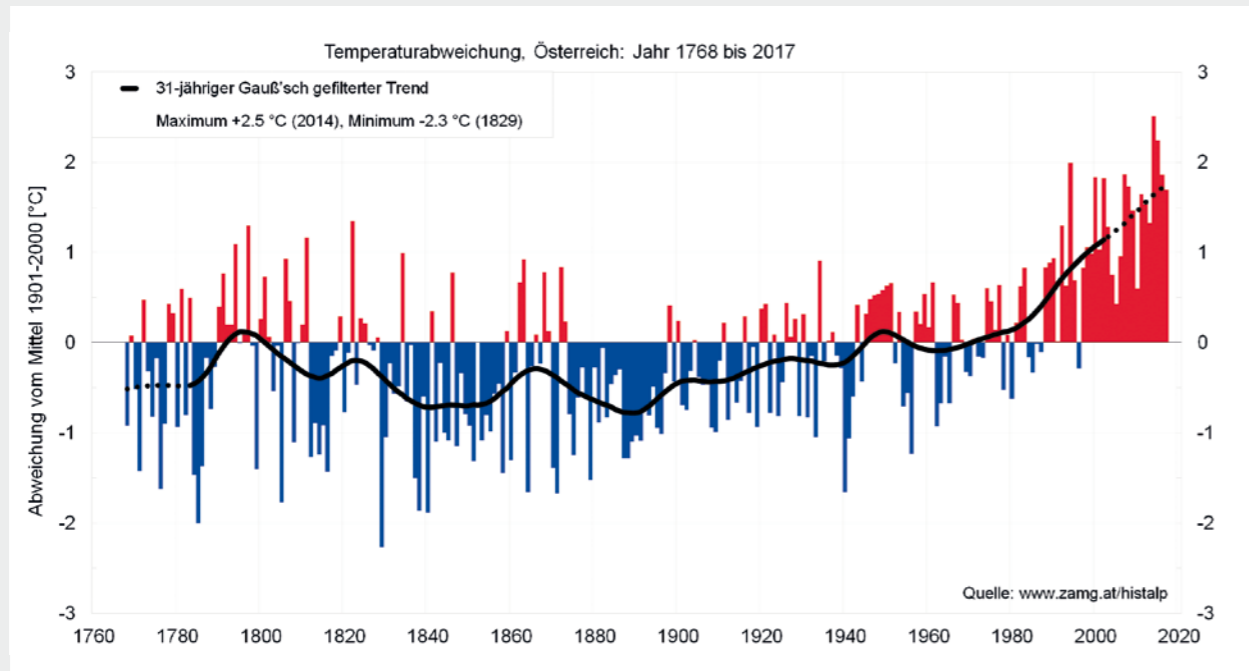
and Research) and the Austrian Academy of Sciences as well as from membership fees and sponsorship contributions. In order to be able to maintain continuous and safe operation in this extreme location, parts of the infrastructure need to be renewed again and again. In 2017 the emergency power supply was modernised by means of funding by the Salzburg State Government and the foundations were laid for the new cableway. Work is also being carried out on a new 20 kilovolt cable to the Observatory.

CO₂-Messung des Umweltbundesamts am Sonnblick: Die Werte schwanken zwischen Winter und Sommer stark, nehmen aber insgesamt in allen Jahreszeiten zu (für 2017 vorläufige Werte).

CO₂ measurement by the Federal Environment Agency at Sonnblick. The values fluctuate strongly between winter and summer, but they increase overall in all the seasons (2017 preliminary data).



Neuntwärmstes Jahr der Messgeschichte The ninth warmest year in measurement history



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

Climate warming in Austria. This presents the temperature variation since 1768, compared with the climate average of the 20th century, based on HISTALP data. The averaged line (in black) shows the very high temperature level in the last few years.

Extremwerte 2017

Extreme values for 2017

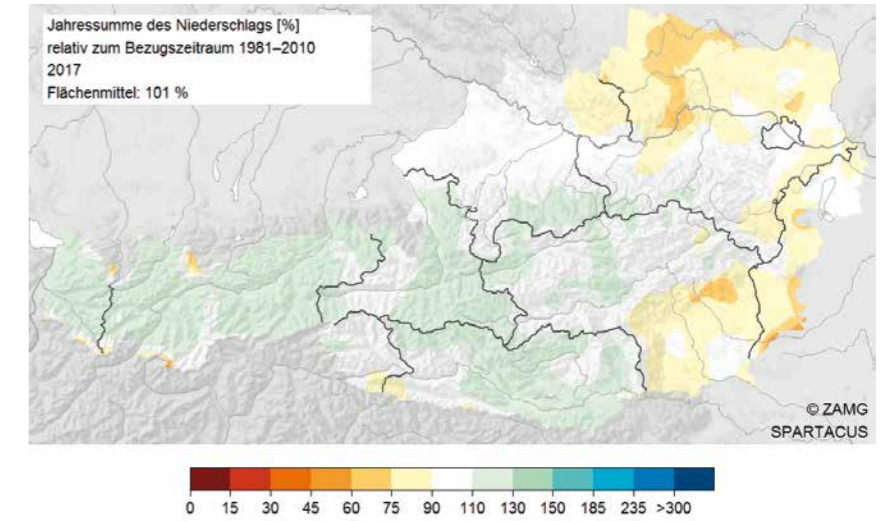
- Höchste Temperatur:** 38,9 °C in Wien Innere Stadt (W, 177 m) am 3. August
- Tiefste Temperatur:** -29,7 °C am Brunnenkogel (T, 3.437 m) am 6. Jänner
- Tiefste Temperatur unter 1.000 m Seehöhe:** -26,3 °C in Radstadt (S, 1.442 m) am 7. Jänner
- Nassester Ort:** Rudolfshütte (S, 2.317 m) mit 2833 mm
- Trockenster Ort:** Gars am Kamp (N, 273 m) mit 368 mm
- Sonnigster Ort:** Kanzelhöhe (K, 1.520 m) mit 2411 Sonnenstunden

- Highest temperature:* 38.9 °C in inner-city Vienna (Vienna, 177 m) on 3 August
- Lowest temperature:* -29.7 °C on the Brunnenkogel mountain (Tyrol, 3437 m) on 6 January
- Lowest temperature below an altitude of 1,000 m:* -26.3 °C in Radstadt (Salzburg, 1,442 m) on 7 January
- Wettest location:* Rudolfshütte (Salzburg, 2,317 m) 2,833 mm
- Driest location:* Gars am Kamp (Lower Austria, 273 m) 368 mm
- Sunniest location:* Kanzelhöhe (Carinthia, 1,520 m) with 2,411 hours of sunlight

Niederschlag 2017: große regionale Unterschiede Precipitation in 2017: the largest regional differences

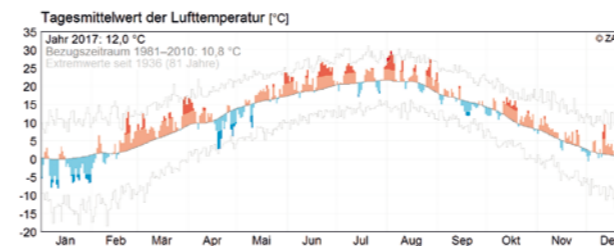
Bis zu 30 % mehr Niederschlag im Bergland. Um rund 10 bis 25 % zu trocken in der Osthälfte Österreichs.

Up to 30 per cent more precipitation in the mountainous area. Around 10 to 25 too dry in the eastern half of Austria.

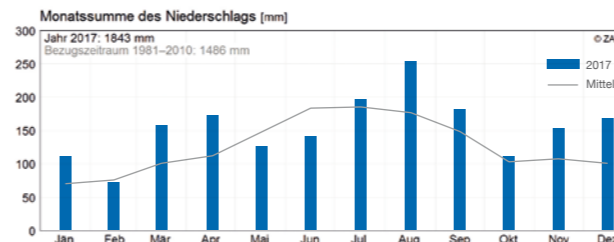


Eines der zehn sonnigsten Jahre der Messgeschichte (+11 % Sonnenstunden)
One of the ten sunniest years in measurement history (+11 % sunshine duration)

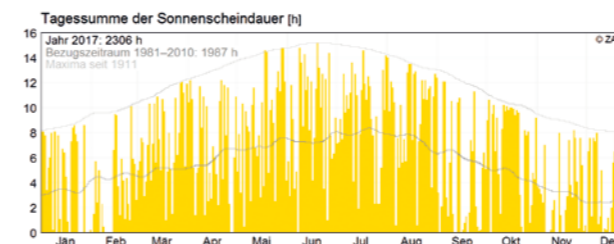
Regionale Zeitreihen Regional time series



Fast durchwegs überdurchschnittlich warme Tage: Tagesmitteltemperatur 2017 in Eisenstadt im Vergleich zum Klimamittel 1981-2010.
An almost consistently above-average number of warm days. Average day temperature in 2017 in Eisenstadt compared with the 1981-2010 climate average.



Ein nasses Jahr in Vorarlberg: monatliche Niederschlagsmenge 2017 in Bregenz im Vergleich zum Klimamittel 1981-2010.
A wet year in Vorarlberg. Monthly precipitation in 2017 in Bregenz compared with the 1981-2010 climate average.



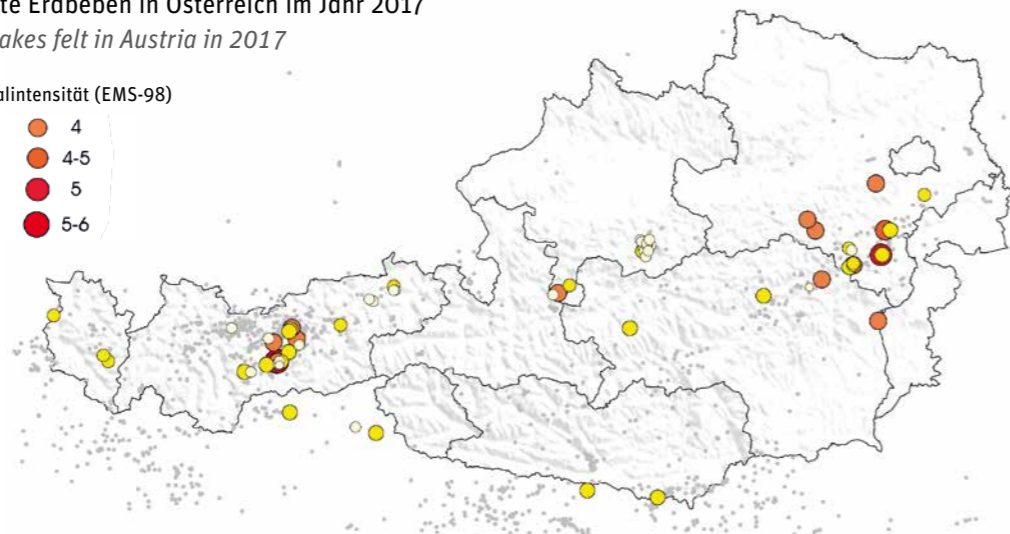
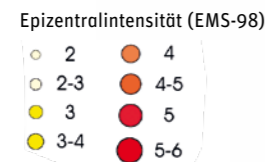
Überdurchschnittlich viel Sonnenschein: tägliche Sonnenscheindauer 2017 in Graz/Universität im Vergleich zum Klimamittel 1981-2010.
Above average sunshine. Daily sunshine duration in 2017 in Graz/University compared with the 1981-2010 climate average.

70 spürbare Erdbeben in Österreich 70 earthquakes could be felt in Austria

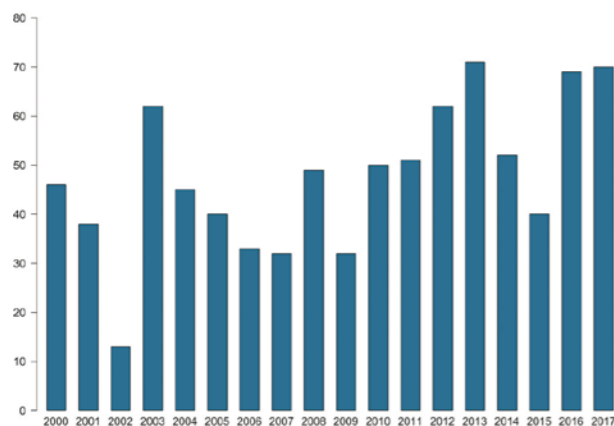
Im Jahr 2017 wurden mit dem Stationsnetz des Österreichischen Erdbebendienstes der ZAMG weltweit rund 9.400 seismische Ereignisse registriert. Rund 1.350 Erdbeben wurden in Österreich lokalisiert, davon wurden 63 von der Bevölkerung verspürt. Außerdem wurden in Österreich sieben Erdbeben aus Nachbarländern wahrgenommen.

In 2017 around 9,400 seismic events were registered worldwide at the ZAMG Austrian Earthquake Service station network. Around 1,350 earthquakes were located in Austria, 63 of which were felt by the public. Seven earthquakes in neighbouring countries were also perceived in Austria.

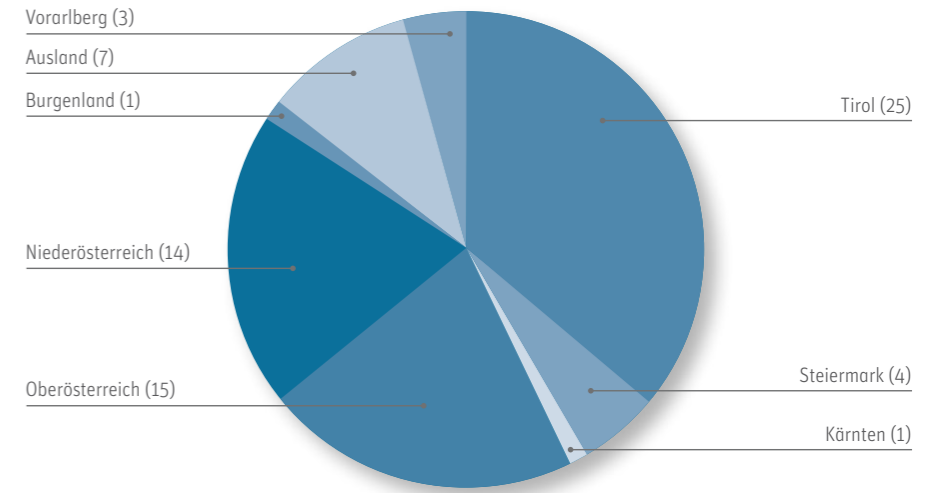
Verspürte Erdbeben in Österreich im Jahr 2017
Earthquakes felt in Austria in 2017



Erdbeben 2017: Epizentralintensität (Intensität an der Erdoberfläche über dem Bebenherd) aller von der Bevölkerung verspürten Beben. Die grauen Punkte markieren instrumentell registrierte Beben.
2017 Earthquakes: Epicentre intensity (intensity on the surface of the earth above the seismic centre) of all the shocks felt by the public. The grey points additionally mark the instrumentally registered earthquakes.



Die Zahl der spürbaren Beben lag 2017 über dem Durchschnitt von 48 verspürten Beben pro Jahr. Ein Trend zu mehr Erdbeben ist in den letzten Jahren aber nicht zu beobachten. Die Zahl der Beben schwankt über die Jahre stark und die Gesamtzahl sagt wenig über die Stärke aus. So wurden 2017 sehr viele schwache Beben verspürt und nur wenige starke.
The number of earthquakes that could be felt in 2017 were over the average of 48 earthquakes. A trend towards more earthquakes cannot be observed in the last few years. The number of earthquakes has fluctuated strongly over the years and the overall figure tells us little about their strength. So, many weak earthquakes were felt in 2017 and only a few strong ones.



Bundeslandvergleich Comparing the federal states

Die Grafik zeigt, wie viele verspürte Erdbeben sich in den einzelnen Bundesländern bzw. im angrenzenden Ausland im Jahr 2017 ereignet haben.
The diagram shows how many perceived earthquakes occurred in the individual states of Austria as well as in neighbouring countries in 2017.



Knapp 10.000 Wahrnehmungsberichte aus der Bevölkerung im Jahr 2017 Almost 10,000 perception reports from the public in 2017

Aus der Bevölkerung kamen 2017 rund 9.800 Wahrnehmungsberichte. Mehr als die Hälfte (5.400) davon waren dem kräftigen Erdbeben bei Fulpmes in Tirol am 3. November zuzuordnen.
Around 9,800 perception reports came from the public in 2017. More than half of them (5,400) were attributed to the powerful earthquake near Fulpmes in Tyrol on 3 November.

Die stärksten Erdbeben in Österreich im Jahr 2017 The most powerful earthquakes in Austria in 2017

Völs, 12. Mai 2017 (Magnitude 3,5 / Intensität 4°)

Eines der stärksten des Jahres. Doch wegen der relativ großen Herdtiefe von 15 km nur mäßig stark spürbar. 600 Wahrnehmungsberichte dazu aus Innsbruck.

Völs, 12 May 2017 (magnitude 3.5 / intensity 4°)

One of the strongest of the year. But it could only be felt moderately powerfully due to its relatively large focal depth of 15 km. There were 600 perception reports about this in Innsbruck.

Bad Fischau, 30. Juli 2017 (Magnitude 2,4 / Intensität 4–5°)

Relativ geringe Herdtiefe (5 km), daher stark spürbar. Vereinzelt umgefallene Gegenstände, aber keine Berichte von Gebäudeschäden.

Bad Fischau, 30 July 2017 (magnitude 2.4 / intensity 4–5°)

A relatively small focal depth (5 km), so could be felt strongly. Occasional objects fell over, but no reports of damage to buildings.

Erdbebenserie Schottwien, 17. Oktober 2017

Am 16. Oktober zunächst ein leichtes Erdbeben der Magnitude 2,1. Am 17. Oktober Hauptbeben (Magnitude 3,0 / Intensität 4°). Von vielen Personen deutlich wahrgenommen. Etwa 20 Minuten danach fühlbares Nachbeben der Magnitude 2,2. Bis zum 29. Oktober insgesamt 141 Erdbeben in Schottwien lokalisiert, eine der längsten in diesem Gebiet gemessenen Serien.

The Schottwien earthquake series, 17 October 2017

First there was a light earthquake of magnitude 2.1 on 16 October. Then there was the main earthquake (magnitude 3.0 / intensity 4°) on 17 October. This was clearly felt by many people. There was an aftershock of magnitude 2.2 that could be felt around 20 minutes later. There was a total of 141 earthquakes located in Schottwien up to 29 October – one of the longest series measured in this area.

Fulpmes, 3. November 2017 (Magnitude 3,9 / Intensität 5–6°)

Das stärkste Erdbeben des Jahres. Zahlreiche Bewohner erschrecken und flüchteten ins Freie. Gegenstände fielen um oder stürzten aus Regalen. Aus vielen Orten im Stubaital, Wipptal und im Großraum Innsbruck wurden leichte Schäden, wie Risse an Innen- und Außenwänden und das Abfallen von Verputzstücken, gemeldet. Insgesamt wurden bei Fulpmes ab dem Hauptbeben 189 (meist sehr schwache) Nachbeben lokalisiert.

Fulpmes, 03 November 2017 (magnitude 3.9 / intensity 5–6°)

The strongest earthquake of the year. Numerous residents were frightened and fled outdoors. Objects fell over or fell out of shelves. Light damage such as cracks in interior and exterior walls and falling pieces of plasterwork was reported from many locations in the Stubaital, Wipptal and in the greater Innsbruck area. Altogether 189 (usually very weak) aftershocks were located near Fulpmes after the main earthquake.

Neunkirchen, 10. November 2017 (Magnitude 3,7 / Intensität 5°)

Viele Menschen erschrecken und berichteten von starkem Rütteln und umgefallenen Gegenständen. Aus einigen Orten gab es Berichte über leichte Schäden, wie Verputzrisse. Vereinzelt bis Graz und Gänserndorf verspürt.

Neunkirchen, 10 November 2017 (magnitude 3.7 / intensity 5°)

Many people were frightened and reported sharp shaking and fallen objects. From some locations there were reports of light damage such as cracks in plasterwork. Occasionally felt as far as Graz and Gänserndorf.



www.zamg.at | Website ZAMG

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

www.twitter.com/ZAMG_AT | ZAMG bei Twitter

www.flickr.com/zamg | ZAMG bei Flickr

www.sonnblick.net | Sonnblick-Observatorium

www.conrad-observatory.at | Conrad-Observatorium

www.meteoalarm.eu | Wetterwarnungen für Europa

www.meteopics.eu | Fotos hochladen

Die ZAMG – in ganz Österreich für Sie da *ZAMG – 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, Klusemannstraße 21
+43 (0)316 242200
graz@zamg.ac.at

Kundenservice Kärnten

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

Telefonische Wetterauskünfte

Weather information hotline

(max. 2,17 Euro pro Minute / *max. EUR 2.17 per minute*)

Österreich gesamt sowie W, NÖ, B: ____ 0900 530 111 1

Salzburg, Oberösterreich: _____ 0900 530 111 5

Tirol: _____ 0900 530 111 6

Kärnten: _____ 0900 530 111 7

Steiermark: _____ 0900 530 111 8

Vorarlberg: _____ 0900 530 111 9

