



21

Jahrbuch 2021
des Deutschen Wetterdienstes





Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst

Nahezu jeder Mensch ist am Wetter interessiert und nahezu jeder Bereich unseres Lebens wird vom Wetter und vom Klima beeinflusst. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) ist in der Bundesrepublik Deutschland als Referenz für Meteorologie der kompetente Ansprechpartner für alle diese Fragen. Das Aufgabenspektrum ist breit gefächert: Der DWD erfasst, bewertet und überwacht die physikalischen und chemischen Prozesse in unserer Atmosphäre. Er hält Informationen zum gesamten meteorologischen Geschehen bereit, bietet eine reichhaltige Palette von Dienstleistungen für die Allgemeinheit ebenso wie für spezielle Nutzergruppen an und betreibt das nationale Klimaarchiv.

Als nationaler Wetterdienst ist der DWD sowohl wissenschaftlich-technischer Dienstleister als auch kompetenter und verlässlicher Partner auf dem Gebiet der Meteorologie und Klimatologie für öffentliche und private Partner. Die steigenden Qualitätsansprüche seiner Kunden verpflichten den DWD nicht nur zur Lieferung hochwertiger Produkte und Dienstleistungen, sondern sind auch täglicher Ansporn zur ständigen Verbesserung seiner Produktqualität, Kundenorientierung und Wirtschaftlichkeit.

Der 1952 gegründete DWD ist als nationaler meteorologischer Dienst der Bundesrepublik Deutschland mit seinen Wetter- und Klimainformationen im Rahmen der Daseinsvorsorge tätig. Dies ist seine Kernaufgabe. Die Behörde im Bereich des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) sichert die meteorologische Abwicklung der Luft- und Seefahrt der Verkehrswege sowie wichtiger Infrastrukturen, insbesondere Energieversorgung und Kommunikationssysteme. Der DWD warnt vor meteorologischen Ereignissen, die für die öffentliche Sicherheit und Ordnung gefährlich werden können und die ein hohes Schadenspotenzial haben. Wichtige Aufgaben des DWD sind aber auch Dienstleistungen für den Bund, die Länder, die Gemeinden und die Organe der Rechtspflege, die Klimaüberwachung, die Analyse und Projektion des Klimawandels und dessen Auswirkungen, die Klima- und Umweltberatung sowie die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik Deutschland. So koordiniert der DWD die meteorologischen Interessen Deutschlands in enger Abstimmung mit der Bundesregierung auf nationaler Ebene und vertritt die Regierung in zwischenstaatlichen und internationalen Organisationen wie etwa der Weltorganisation für Meteorologie (WMO). Geregelt werden diese Aufgaben im DWD-Gesetz vom 10. September 1998 (BGBl. I S. 2871), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2642) geändert worden ist.

unten

DWD-Messstation am Funtensee (Talstation auf 1.604 Meter Höhe) im Winter im Nationalpark Berchtesgaden: An dieser autark laufenden Station werden seit 1998 konstant Lufttemperatur und Luftfeuchte

gemessen. Möglichst vierteljährlich erfolgen eine Wartung der Station und die Datenauslesung. Zukünftig soll der Datenabruf dieser Station in Zusammenarbeit mit dem DAV über Funk (Satellit) erfolgen.

Fotostrecke Jahrbuch 2021

Die Fotostrecke dieses Jahres widmet sich dem Alpenklima. Wir danken insbesondere dem Nationalpark Berchtesgaden und der Umweltforschungsstation Zugspitze, die uns einige Fotos zur Verfügung gestellt haben. Ein Danke geht auch an Kolleginnen und Kollegen des DWD, die umfangreiches Fotomaterial bereitstellten. Josef Klenner, Präsident des Deutschen Alpenvereins (DAV) danken wir sehr herzlich für das Gespräch.



Inhalt

Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst	3
Vorwort	6
Auftakt	8
Wetter und Klima 2021	14
Im Rückspiegel	34
Im Gespräch	64
Finale	70
Kontakt, Impressum und Quellen	80

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Juli 2021 wird uns allen im Gedächtnis bleiben: Eine verheerende Flutkatastrophe bisher nicht gekannten Ausmaßes kostete in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen über 180 Menschen das Leben und verursachte Schäden in zweistelliger Milliardenhöhe.

Im Zuge des vom Menschen verursachten Klimawandels ist damit zu rechnen, dass die Wahrscheinlichkeit für solche Niederschlagsereignisse sich zukünftig erhöhen wird. Dies ist das Ergebnis einer Studie, die kurz nach der Flutkatastrophe unter der Federführung des DWD von einem internationalen Team von Wissenschaftler:innen durchgeführt wurde. Diese sogenannte Attributionsstudie untersucht den Zusammenhang einzelner Wetterereignisse mit dem Klimawandel.

Im Wetter- und Klimarückblick dieses Jahrbuchs stellen wir die Studie vor und nehmen eine klimatologische Einordnung des Unwetterereignisses vor. Außerdem schildern wir den Ablauf des Tiefs „Bernd“ und beschreiben das Warnmanagement des DWD. Schon am Samstag vor der Sturmflut hatte der DWD ein „markantes Niederschlagsereignis“ angekündigt. Täglich wurden die Warnungen präzisiert und sukzessive die Warnstufen erhöht, sodass der DWD einen Tag vor der Katastrophe sogar das **Modulare WarnSystem** (MoWaS) des Bundes auslöste. Ausführlich stellen wir alle Verbreitungswege dar, über die der DWD seine Warnungen veröffentlichte. Auch wenn wir uns sicher sind, dass wir gut und zielgruppengerecht gewarnt haben, sehen wir Möglichkeiten, die Wettervorhersage, insbesondere für solche Unwetter wie Tief „Bernd“, weiter zu optimieren und das Warnmanagement noch effizienter zu gestalten. Hierzu arbeiten wir bereits mit Bundesländern und Katastrophenschutzeinrichtungen zusammen, um Verbesserungspotenzial zu identifizieren, mögliche Maßnahmen abzuleiten und umzusetzen.

**oben**

Prof. Dr. Gerhard Adrian,
Präsident des Deutschen
Wetterdienstes

Das Schwerpunktthema unseres Jahresberichts, ergänzt durch die entsprechende Bilderstrecke, fokussiert auf die Alpenklimatologie. In seiner Niederlassung München hat der DWD ein Know-how-Zentrum für Alpine Klimatologie eingerichtet, um gemeinsam mit Partnern, wie dem Nationalpark Berchtesgaden, das Klima des Hochgebirges zu erforschen. Gerade in dieser sensiblen Region der Alpen werden die Auswirkungen des Klimawandels deutlich sichtbar, wie etwa in abschmelzenden Gletschern oder zunehmendem Steinschlag. Ich freue mich daher besonders, dass Josef Klenner, Präsident des Deutschen Alpenvereins (DAV), im Gespräch unter anderem die Maßnahmen erläutert, mit denen der DAV sich den Herausforderungen des Klimawandels stellen will.

Auch wenn die Corona-Pandemie uns nach wie vor viele Beschränkungen auferlegt, konnten wir im vergangenen Jahre einige Meilensteine erreichen: Die Modellkette unseres Wettervorhersagesystems ICON ist mit der Implementierung von ICON-D2 sowie dem Ensemblesystem ICON-D2-EPS nun vollständig. Der DWD führte einen Bodenfeuchte-Viewer ein, startete mit Partnern den DAS-Basisdienst, und das überarbeitete **Feuerwehr-WetterInformationsSystem** (FeWIS) ging online. Gerade FeWIS ist für die Einsatzkräfte im Katastrophenfall ein besonders wichtiges Instrument.

Ich lade Sie ein, sich darüber und über weitere Themen im vorliegenden Jahrbuch zu informieren und wünsche Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, spannende Einblicke in die Welt von Wetter und Klima!

Ihr

Gerhard Adrian

8

Auftakt

**oben**

Vorbereitungen von
Oliver Nitsche (DWD)
zur Wartung der
DWD-Station am Grün-
see im Nationalpark
Berchtesgaden



oben

Blick auf die Funtensee-Enzianbrenn-Hütte im Nationalpark Berchtesgaden mit Aussicht auf das Steinerne Meer

Die Alpen – einzigartiges Ökosystem

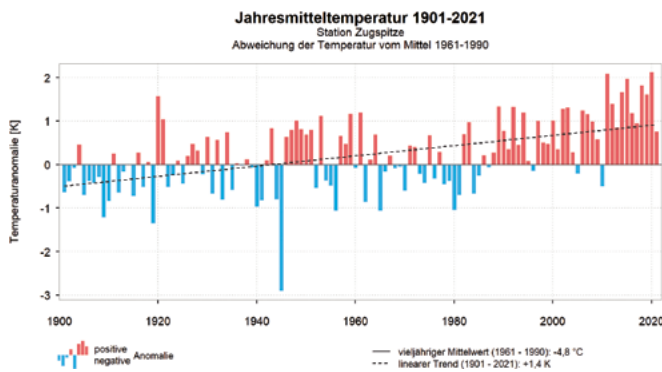
An seiner Niederlassung in München hat der Deutsche Wetterdienst im dortigen Regionalen Klimabüro das Know-how-Zentrum für Alpine Klimatologie angesiedelt. Ziel: Alpen-spezifische Fragestellungen wissenschaftlich zu untersuchen, das meteorologische und klimatologische Wissen über den Alpenraum im DWD zu bündeln und so fachliche Beratung und Auskunft über Ereignisse auf der vorhandenen, vieljährigen Klimaskala im Alpenraum zu liefern. Von verschiedenen Wetter- und Klimamessstellen gibt es bereits seit über 100 Jahren Daten. Anhand dieses Datenschatzes, von dem zahlreiche Informationen noch digitalisiert werden müssen, können die Klimaveränderungen im Alpen- und Vor-alpenraum nachvollzogen werden. Dabei betrifft insbesondere die Zunahme der Temperatur alle Jahreszeiten und ist im Alpenraum stärker ausgeprägt als im globalen Mittel.*

Einzigartiges Ökosystem

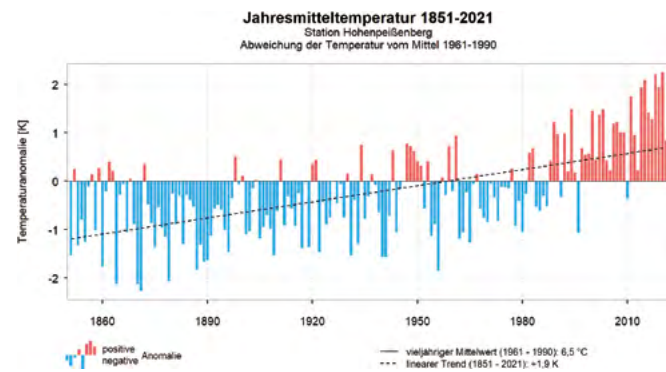
Die Alpen als zentrale Gebirgskette in Europa sind eines der wertvollsten Trinkwasserreservoirs in Europa. Gletscher und Quellen versorgen über Bäche und Flüsse ganzjährig viele Regionen mit Trinkwasser und speisen wichtige Wasserstraßen wie Rhein, Donau und Rhône. Die Alpen stellen einen der größten zusammenhängenden Naturräume in Europa dar und bilden den Lebensraum für unzählige Pflanzen- und Tierarten, die teilweise nur hier zu finden sind, wie beispielsweise Edelweiß und Enzian. Zudem leben und arbeiten im Alpenraum rund 70 Millionen Menschen mit einer großen kulturellen Vielfalt.* Als einzigartiges Ökosystem, überdies ein Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraum, stehen die Alpen seit 1991 unter dem besonderen Schutz der Alpenkonvention. Diese wurde von den insgesamt acht Alpenstaaten (Deutschland, Frankreich, Italien, Liechtenstein, Monaco, Österreich, Schweiz, Slowenien) sowie der Europäischen Union unterzeichnet. Ziel der Alpenkonvention ist der Schutz und die nachhaltige Entwicklung des Alpenraumes.

Vielfältige Probleme wirken auf das Ökosystem Alpen: Zunehmender Verkehr bringt Luftschadstoffe, es besteht die Gefahr des Overtourismus, die Bevölkerungsentwicklung zeigt einerseits eine starke Besiedlung, während gleichzeitig andere Regionen in den Alpen massiv entsiedelt werden. Dazu kommt der Klimawandel, dessen Folgen an unübersehbaren Veränderungen in der Alpenwelt wahrnehmbar sind: Je nach Höhenlage schneit es weniger, der Skisport verlagert sich in höhere Regionen oder in Gebiete mit fast ausschließlich künstlich beschneiten Pisten, die Tier- und Pflanzenwelt reagiert teilweise mit Abwanderungen beziehungsweise anderen Vegetationszeiten. Das Auftauen von Permafrost stellt eine Gefahr für bewirtschaftete Hütten dar und kann zu vermehrten Murenabgängen führen, da das Gestein deutlich poröser wird. Dadurch verändern sich auch zahlreiche Straßenführungen, Wanderwege oder Klettersteige.

* Quelle siehe Seite 83



01



02

01

Jahresmitteltemperaturen an der Zugspitze im Vergleich zu dem vieljährigen Mittelwert der international gültigen Klimareferenzperiode 1961 bis 1990:

Seit Beginn der systematischen Aufzeichnungen im Jahr 1901 hat sich die durchschnittliche Jahrestemperatur an der Station Zugspitze um 1,4 Grad erhöht.

02

Jahresmitteltemperaturen am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg im Vergleich zu dem vieljährigen Mittelwert der international gültigen

Klimareferenzperiode 1961 bis 1990: Seit 1851 hat sich die durchschnittliche Jahrestemperatur an dieser Station um fast zwei Grad erhöht.

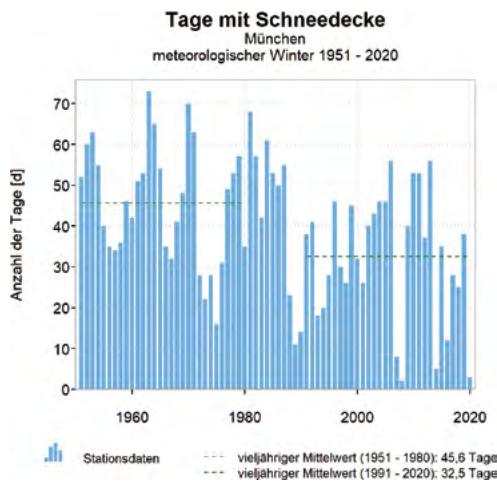
Das Klima und seine Veränderungen zu untersuchen, zu analysieren, das Wissen zu bündeln und daraus Grundlagen für Beratungen sowie Entscheidungen zu liefern – hier setzt die wissenschaftliche Arbeit des DWD-Know-how-Zentrums für Alpine Klimatologie an. Dabei arbeitet das Zentrum mit zahlreichen Partnern zusammen.

Virtual Alpine Observatory

In den 1990er Jahren wurde die Alpenkonvention als weltweit erstes internationales Abkommen ratifiziert, das eine Bergregion über die nationalen Grenzen hinweg zusammenfassend als geographische Einheit betrachtete. 1995 trat die Konvention in Kraft. Dabei werden auch die regionalen kulturellen Identitäten, das Erbe und die Traditionen der Alpen für die kommenden Generationen erhalten. Im Rahmen der Konvention finden regelmäßig Alpenkonferenzen statt, bei denen die Themen Klimawandel, Klimaneutralität und Klimaresilienz (Widerstandsfähigkeit) eine wichtige Rolle spielen.

Ein Teil der Alpenkonvention bildet das Virtual Alpine Observatory (VAO), an welchem auch der DWD beteiligt ist. Das VAO kommt der Forderung der Alpenkonvention nach, in der sich die Vertragsparteien verpflichtet haben, Forschungen und systematische Beobachtung in enger Zusammenarbeit zu fördern. Das VAO lebt von der Vernetzung und dem beständigen Austausch der Partner. So gibt es ein regelmäßiges VAO-Symposium zum Erfahrungs- und Wissenstransfer und der besseren Vernetzung. Als Plattform bringt das VAO bereits bestehende Strukturen wie Observatorien, Datenzentren, Behörden und interdisziplinäre Wissenschaftler:innen zusammen. Der DWD beteiligt sich über sein Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) und über das Know-how-Zentrum für Alpine Klimatologie in München.

Hauptinitiator für das Entstehen der Alpenkonvention war im Übrigen die Internationale Alpenschutzkommission CIPRA, eine nichtstaatliche Dachorganisation mit über 100 Organisationen im Alpenraum. Seit ihrer Gründung 1952 (das Jahr, in dem auch der DWD gegründet wurde) hat CIPRA eine Alpenkonvention gefordert, die Entstehung und Umsetzung dieser begleitet und ist auch heute als Beobachterorganisation in die Gremien der Alpenkonventionen eingebunden. Das Thema Schutz und nachhaltige Entwicklung der Alpen besteht damit seit 70 Jahren in verschiedenen Organisationen und Körperschaften.

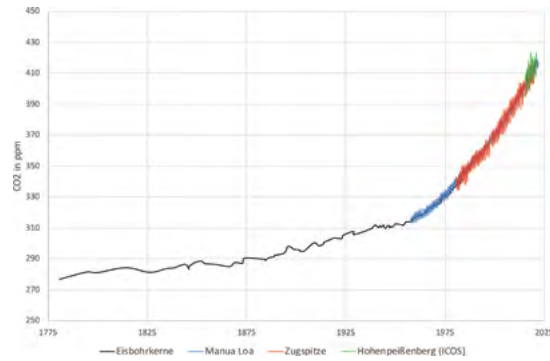


01

Nationalpark Berchtesgaden

Seit 1984 pflegt der DWD engen Kontakt und eine intensive Zusammenarbeit zum einzigen deutschen Alpen-Nationalpark in Berchtesgaden. Aufgrund seiner vertikalen Struktur bietet der Park verschiedene Ökosysteme, so dass die Ergebnisse der Forschungsarbeit auch auf ähnliche Regionen überregional übertragbar und für zahlreiche Lebensbereiche von Bedeutung sind, so beispielsweise für die Ökologie, die Forstwirtschaft, den Tourismus, den Umwelt- und Naturschutz, die Wasserwirtschaft und den Bevölkerungsschutz. Die langjährige und kontinuierliche Erfassung und Archivierung von Klimadaten in Abhängigkeit von Höhenlage, Exposition, Bestandsart und -form und Bodenverhältnisse sind daher ein wichtiger Teil der Forschung und für die Dokumentation des Klimawandels.

Als der nationale meteorologische Dienst der Bundesrepublik Deutschland und zur Erfüllung seiner gesetzlichen Aufgaben im Bereich Meteorologie und Klimatologie unterhält der Deutsche Wetterdienst einige Klimastationen im Gebiet des Nationalparks. Zum Zweck der langfristigen Umweltbeobachtung nach der Verordnung über den Alpen- und Nationalpark Berchtesgaden (Nationalparkverordnung) betreibt die Nationalparkverwaltung ein eigenes Klimamessnetz. Momentan sind beide Projektpartner bestrebt, den historisch vorhandenen, manuell erfassten Datenschatz zu heben, die Daten zu digitalisieren und homogenisiert in einer Datenbank zur Verfügung zu stellen.



02

01

Veränderung des Klimas im Alpenvorland. Die Tage mit geschlossener Schneedecke im meteorologischen Winter (jeweils Dezember, Januar und Februar) haben sich in München

deutlich reduziert: Von durchschnittlich 45,6 Tage im Zeitraum 1951 bis 1980 auf durchschnittlich 32,5 Tage im Zeitraum 1991 bis 2020.

02

Die Kurve der langlebigen Treibhausgase wie CO₂ zeigt nach oben. Global sind sie sehr gleichmäßig verteilt und bestimmen damit überall den Antrieb des Klimawandels.

Der Nationalpark Berchtesgaden gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV). Zwischen StMUV und DWD existiert ebenfalls eine intensive Partnerschaft in vielfältigen Fachbereichen und mit nachgeordneten Behörden des StMUV. Beispielhaft sei die Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt genannt, zu welchem der Hochwassernachrichtendienst und der Lawinenwarndienst gehören. Hier besteht eine enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit gerade im Bereich der Wettervorhersage sowie der Wetter- und Unwetterwarnungen, gilt es doch, die Bevölkerung vor wetterbedingten Schadensereignissen zu warnen und zu schützen.



oben

DWD-Station am Glunkerer im Nationalpark Berchtesgaden auf 1.712 Meter Höhe: Hier werden seit 1998 Lufttemperatur und Luftfeuchte an einer

autarken Station gemessen. Wartung und Datenauslesung erfolgen zusammen mit der Station am Funtensee-Tal.

Die langlebigen Treibhausgase wie CO₂ sind global sehr gleichmäßig verteilt und bestimmen damit über-
all den Antrieb des Klimawandels.

Daneben kommen die kurzlebigen Klimatreiber wie Ozon, Aerosol,

Wasserdampf und Wolken zunehmend in den Fokus und werden in der Europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS (**A**erosol, **C**louds and **T**race gases **R**esearch **I**nfra-**S**tructure) an Zugspitze, Hohenpeißenberg sowie mit Stationsnetzen verteilt über die Alpen in verschiedenen Höhenlagen weiter untersucht. Das Augenmerk richtet sich hier auf das Verständnis der Prozesse und Feed-Back-Mechanismen, bei denen sich durch die Klimaveränderung die regionalen Systeme wie Ökologie oder Hydrologie anpassen und wiederum, über geänderte Verdunstung (Evaporation), Emission und Albedo das Klima beeinflussen.

Die Fotostrecke dieses Jahres widmet sich dem Alpenklima. Wir danken insbesondere dem Nationalpark Berchtesgaden und der Umweltforschungsstation Zugspitze, die uns einige Fotos zur Verfügung gestellt haben. Ein Danke geht auch an Kolleginnen und Kollegen des DWD, die umfangreiches Fotomaterial bereitstellten. Josef Klenner, Präsident des Deutschen Alpenvereins (DAV) danken wir sehr herzlich für das Gespräch.

Andere Wetterdienste

Aber auch mit anderen nationalen Wetterdiensten kooperiert der DWD bei Wetter und Klima in den Alpen. So seien der Österreichische Wetterdienst (ZAMG) und das Schweizer Bundesamt für Meteorologie MeteoSchweiz genannt. Hier hat sich in den letzten Jahren neben den bewährten DACH-Tagungen eine fruchtbare DACH-Klima Zusammenarbeit entwickelt, die bereits mehrfach gemeinsame Berichte veröffentlicht hat. Zudem wird an einem gemeinsamen Alpenklima-Bulletin gearbeitet, das in diesem Jahr erstmals erscheinen soll und eine Ergänzung zu den nationalen Klima-Reports darstellt.

Umweltforschungsstation Zugspitze

Das Global Atmosphere Watch-Programm (GAW) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) besteht aus einem koordinierten globalen Netzwerk von Messstationen zur Beobachtung chemischer und physikalischer Veränderungen der Atmosphäre. Der DWD, vertreten durch sein Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp), betreibt gemeinsam mit dem Umweltbundesamt (UBA) eine von weltweit 31 GAW-Globalstationen. Die deutsche Station besteht aus den beiden Messplattformen Hohenpeißenberg und Zugspitze. Die Messstation Zugspitze bietet ideale Bedingungen, um in der unteren freien Troposphäre breit und langfristig angelegte Überwachungs- und Forschungsaktivitäten durchzuführen, insbesondere zu atmosphärischen Treibhausgasen, chemisch reaktiven Gasen und Aerosolen, aber auch zum globalen Ferntransport von Umweltschadstoffen.

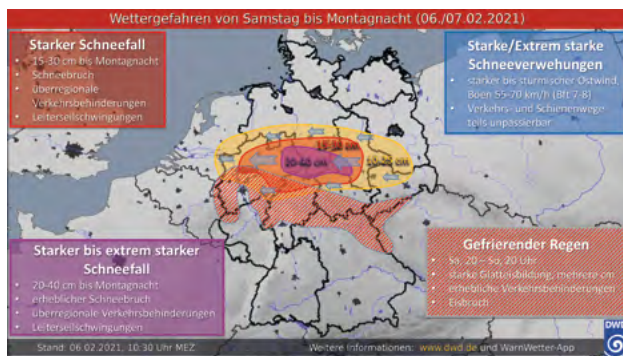
14

Wetter und Klima 2021

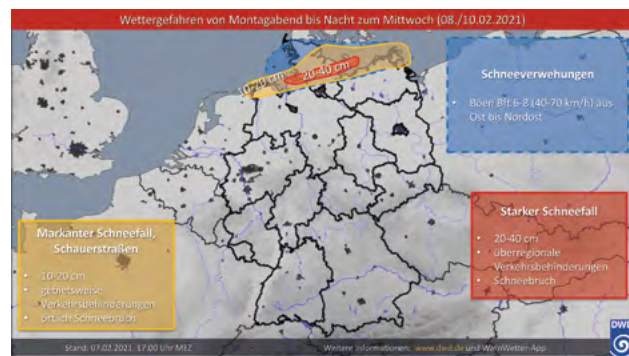
rechts

Solarversorgung der
automatischen Klima-
station im Steinernen
Meer, Nationalpark
Berchtesgaden





01



02

01

Karte zu den Wettergefahren für den Zeitraum 6./7. Februar 2021

02

Warnungen vor mäßigem und strengem Frost für den Zeitraum 9./10. Februar 2021

Februar 2021: Monat der Extreme

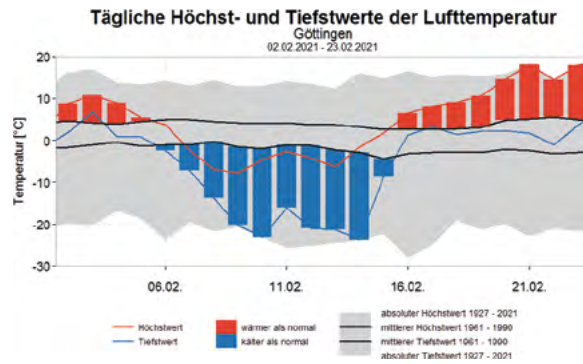
Deutschland lag in der ersten Februarhälfte unter dem Einfluss kalter polarer Luftmassen, die zu einer intensiven Kältewelle und ergiebigen Schneefällen besonders in der Mitte Deutschlands führten. In der zweiten Februarhälfte wurden die kalten Luftmassen durch subtropische Luft zurückgedrängt. Dies hatte unter anderem zur Folge, dass in der letzten Februarwoche an sechs Tagen in Folge Temperaturen von 20 °C oder mehr registriert wurden. Neben vielen neuen Stationsrekorden sowohl der Minimum- wie auch der Maximumtemperatur wurde auch die bisher höchste Temperaturdifferenz innerhalb einer Woche seit Beginn der Wetteraufzeichnungen registriert.

Witterungsverlauf mit Rekord-Temperaturdifferenz

Die markante Luftmassengrenze baute sich in Deutschland ab Ende Januar auf, mit milden bis frühlingshaft warmen Temperaturen in Süddeutschland und zu Beginn mäßig kalten Temperaturen im Norden. Diese Temperaturunterschiede verschärften sich im Laufe der folgenden zwei Wochen mit einer gleichzeitigen Verlagerung der Luftmassengrenze Richtung Süden. Dabei schob sich kontinentale Kaltluft polaren Ursprungs unter die von Süden aufgleitende Warmluft. Ab dem 6.2.2021 überschritten die Temperaturen nördlich einer Linie Emsmündung-Weserbergland-Harz-Oberlausitz nicht mehr die Nullgradgrenze, während in Süddeutschland noch Tagesmaxima von bis zu 14 °C registriert wurden. Mit der weiteren Verlagerung der Luftmassengrenze entwickelte sich

in den folgenden Tagen besonders in der Mitte Deutschlands strenger Dauerfrost, vom 9. bis 14.2. wurden z. T. Tagesmaxima ≤ -10 °C gemessen, während im äußersten Südwesten, im Bodenseeraum und Alpenvorland weiterhin positive Werte vorherrschten.

Ab dem 9.2. wurden vermehrt Tagesminima ≤ -20 °C registriert. Davon betroffen war ein Streifen in der Mitte Deutschlands vom östlichen Nordrhein-Westfalen, südlichen Niedersachsen, Nordhessen, Thüringen, Sachsen sowie die südlichen Teile Brandenburgs und Sachsen-Anhalts, ab dem 11.2. auch Teile von Bayern und Baden-Württemberg. In diesem Zeitraum wurden in diesem Gebiet an mehreren Dutzend DWD-Stationen neue Monatsrekorde der Minimumtemperatur registriert.



03

In der näheren Vergangenheit gab es polare Kaltlufteinbrüche in ähnlichem Ausmaß in der Mitte Deutschlands in der ersten Februarhälfte 2012, in Süddeutschland im Januar 2017. In dieser kalten Phase stiegen in einer Region, die Thüringen, Nordhessen, den Süden von Niedersachsen und das westliche Nordrhein-Westfalen umschloss, an vielen Stationen die Minimumtemperaturen an sieben aufeinanderfolgenden Tagen (9. bis 15.2.2021) nicht über -20 °C (Stationshöhen jeweils unter 500 m ü NN). Im Winter 1956 wurden 20 (8. bis 27.2.), im Winter 1963 (9. bis 25.1.) und im Winter 1942 (12. bis 28.1.) jeweils 17 aufeinanderfolgende Tage beobachtet, an denen dieser Schwellenwert nicht überschritten wurde.

Mit der Verlagerung der Luftmassengrenze nach Süden und dem Aufgleiten warmer und feuchter subtropischer Luft auf die kalten Luftmassen setzten ab dem 7.2.2021 in der Mitte Deutschlands, ab dem 11.2. auch in Süddeutschland, intensive Schneefälle ein. Dabei wurden in einem vom südöstlichen Sachsen-Anhalt und dem östlichen Thüringen bis in das nördliche Hessen reichenden Gebiet an einer Reihe von Flachlandstationen ($<350\text{ m NN}$) mit langjährigen Messreihen neue Februar-, teils sogar Jahresrekorde der Gesamtschneehöhe mit Wiederkehrzeiten von über 50 Jahren registriert. Oberhalb von 350 m NN wurden dagegen keine neuen Rekorde verzeichnet.

Zur Monatsmitte räumte eine Warmfront die sehr kalte Luft fast vollständig aus Deutschland aus. Der Frontdurchgang war verbunden mit Schneeschauern und im späteren Verlauf mit Regen, der durch die gefrorenen Straßen und Böden zu gefrierender Glätte führte. Die sich einstellende Südwestströmung brachte sehr warme Subtropikluft nach Deutschland, die zusätzlich durch die mittlerweile jahreszeitlich bedingte, höhere Sonneneinstrahlung weiter erwärmt wurde. Innerhalb von wenigen Tagen ergab sich so ein deutlicher Temperaturanstieg. Vergleicht man dabei die Minimumtemperaturen der sehr kalten Phase mit den Maximumtemperaturen der sehr warmen, wurden Temperaturdifferenzen von mehr als 40 Grad beobachtet.

Im Februar 2021 erreichte der einwöchige Temperaturunterschied an der Station Göttingen einen neuen Höchstwert, der bisher an keiner anderen Station aufgetreten ist. Dort stieg die Temperatur innerhalb von sieben Tagen von $-23,8\text{ °C}$ (Minimumtemperatur am 14.2.2021) auf $18,1\text{ °C}$ (Maximumtemperatur am 21.2.2021) und erreichte somit eine Differenz von $41,9\text{ Grad}$. An sieben weiteren DWD-Stationen wurde in diesem Zeitraum eine Temperaturdifferenz von 40 Grad oder mehr innerhalb einer Woche registriert.

03

Tägliche Tagesmaxima und -minima der Lufttemperatur an der Station Göttingen vom 2. bis 23. Februar 2021

Der bisher höchste Temperatursprung innerhalb einer Woche wurde an der Station Jena (Sternwarte) zwischen dem 20. und 27.5.1880 registriert. Die Minimumtemperatur am 20.5.1880 lag bei $-5,1\text{ °C}$, die Maximumtemperatur am 27.5. bei 36 °C . Damit ergibt sich eine Differenz von $41,1\text{ Grad}$. In den Wintermonaten lag der bisher größte Temperaturanstieg innerhalb einer Woche bei $39,6\text{ Grad}$ an der Station Titisee-Neustadt. Hier wurde am 25.1.2000 eine Minimumtemperatur von $-27,3\text{ °C}$ gemessen und sieben Tage später am 1.2. eine Maximumtemperatur von $12,3\text{ °C}$. Ein derartiger Witterungsumschwung ist sehr extrem und sehr selten.



oben links und rechts

Der weiße Schnee macht den Saharastaub besonders gut sichtbar.



Die Südwestströmung hielt im Monatsverlauf weiter an und bald erreichten verschiedene Stationen die 20 °C Marke. Im Zeitraum 20. bis 25.2.2021 wurde an sechs aufeinanderfolgenden Tagen in Deutschland eine Maximumtemperatur von ≥ 20 °C gemessen. Dies gab es in den Wintermonaten (Dezember, Januar und Februar) so noch nicht. Bisher wurden maximal drei aufeinanderfolgende Tage mit einer Überschreitung dieser Temperaturschwelle beobachtet (26. bis 28.2.2019, 23. bis 25.2.1990, 15. bis 17.12.1989 und 13. bis 15.2.1958).

In den Mittelgebirgsräumen in der Mitte Deutschlands wirkte sich am 22.2. der massive Zustrom von Saharastaub in der Subtropikluft, in dessen Folge die Sonneneinstrahlung durch diesen und durch die einsetzende Wolkenbildung vermindert wurde, auf die Maximumtemperaturen aus.

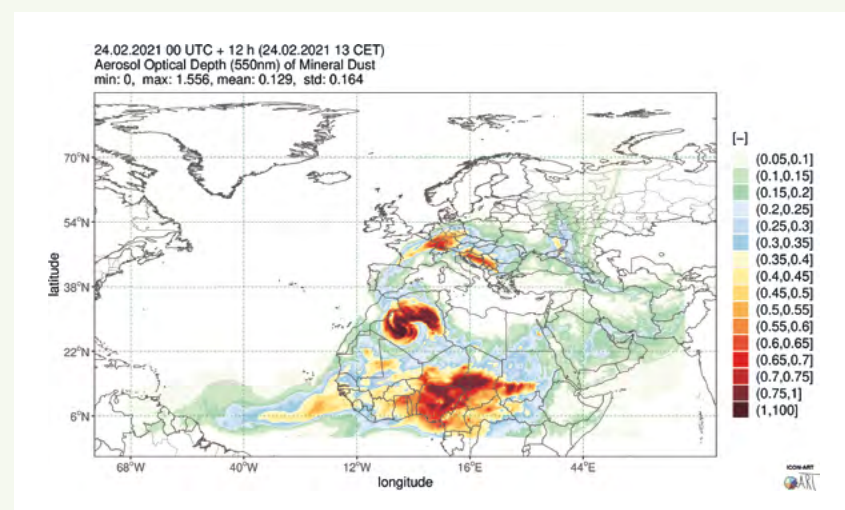
Die warme Luft erreichte auch die östlichen Bundesländer, so dass in Brandenburg am 25.2.2021 das erste Mal Temperaturen über 20 °C in diesem Bundesland im Februar beobachtet wurden. In Cottbus und in Klettwitz kletterte das Thermometer auf 20,6 °C bzw. 20,1 °C. Mit dem Durchzug einer Kaltfront am 26.2.2021 kam es zum Ende dieses besonderen Witterungsgeschehens.

Klimatologische Einordnung

Trotz der intensiven Kälteperiode in der ersten Monatshälfte war der Februar 2021 sowohl wärmer als das vieljährige Februarmittel der Referenzperiode 1961 bis 1990 (+1,3 Grad) wie auch der neuen Klimanormalperiode 1991 bis 2020 (+0,2 Grad). Solche Kälteperioden finden sich in der 140-jährigen Messgeschichte des DWD immer wieder (z. B. 1929, 1956, 1986) und es gibt momentan keine gesicherten Hinweise dafür, dass solche Ereignisse im Rahmen der globalen Erwärmung seltener oder häufiger werden. Allerdings ist zu erwarten, dass, analog zu den intensiven Hitzeperioden in den Sommermonaten, zukünftig winterliche Wärmeperioden wie Ende Februar 2021 häufiger auftreten werden.

rechts

Erwartete Ausbreitung des Saharastaubs für den 24.2.2021



Tief „Bernd“: Klimawandel machte die Starkregenfälle wahrscheinlicher, die zu Überschwemmungen in Westeuropa führten

Mit dem Tief „Bernd“ traten in Deutschland und Nachbarländern Mitte Juli 2021 regional extrem ausgeprägte Starkregenereignisse auf. Diese führten insbesondere in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen zu enormen Überschwemmungen, die über 180 Todesopfer forderten und ein nie gekanntes Ausmaß an Zerstörungen mit sich brachten.

Wetterlage und Verlauf

Die Wetterlage an den Tagen vom 12. bis 15.7.2021 zeichnete sich vor allem durch tiefen Luftdruck über Mitteleuropa aus. In Verbindung mit einem Höhentief, das sich langsam von Frankreich her näherte, war die Troposphäre zunehmend instabil geschichtet. Warme und sehr feuchte Luftmassen gelangten aus dem Mittelmeerraum in einer Drehbewegung um das Bodentief „Bernd“ nach Deutschland. Zunächst kam es an den westlichen Mittelgebirgen Sauerland, Bergisches Land und Eifel regional, später großflächig zu wiederkehrendem beziehungsweise anhaltendem Starkregen. In den folgenden Tagen drängte Hoch „Dana“ Tief „Bernd“ in Richtung Südosteuropa ab. Dadurch kam es noch einmal zu teils andauernden Starkniederschlägen im Osterzgebirge und in der Lausitz sowie im Berchtesgadener Land.

Zunächst waren ab dem 12.7. Baden-Württemberg (bis über 50 Liter pro Quadratmeter, l/m² in 24 Std.), aber auch Teile von Hessen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland und Nordrhein-Westfalen (bis über 20 l/m² in 24 Std.) betroffen. Im Laufe der Zeit verlagerte sich der Kern des Tiefdruckgebietes „Bernd“ nur langsam von Südwesteuropa weiter in Richtung Deutschland.

Am 13.7. lag die Niederschlagstätigkeit vor allem in der Mitte Deutschlands (Abb. 1). Zum Beispiel fielen im Erzgebirge (Region Marienberg) laut Radarmessung bis 87 l/m² in zwei Stunden. Im Hofer Land (Oberfranken) fielen in Selbitz laut Radarmessungen 43 l/m² in nur 30 Minuten. In Querfurt (Saalekreis) wurden 66 l/m² in nur 2 Stunden an der Station Mühle-Lodersleben registriert. Aber auch die nördlichen Teile von Hessen (Kreis Waldeck-Frankenberg) und vor allem das Ruhrgebiet und Südwestfalen waren stark betroffen. Die Städte Solingen und Hagen sowie Wuppertal erlebten enorme Überschwemmungen. In Hagen wurden an einer Station des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) mehr als 241 l/m² Niederschlag in nur 22 Stunden gemessen.

Abb. 1
Niederschlagsanalyse auf Basis von RADOLAN für die Dauerstufe 24 Std. bzw. 72 Std. bis zum 15.7. um 5:50 Uhr UTC (7:50 Uhr MESZ)

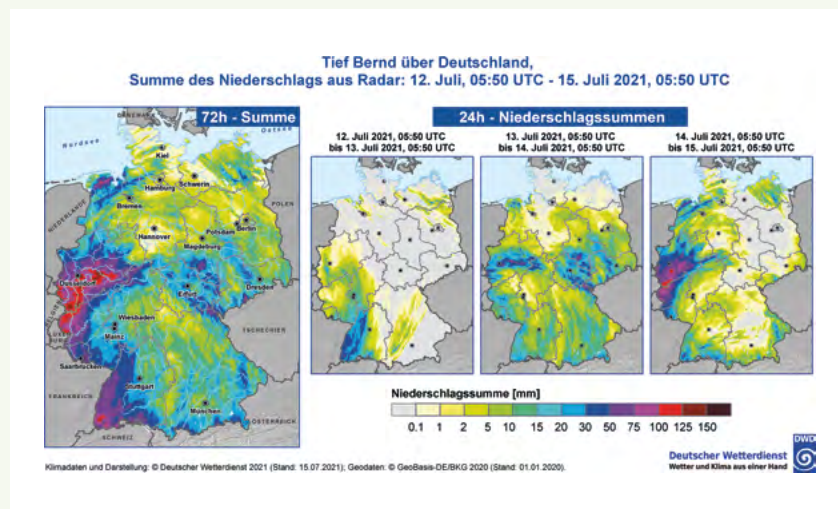


Abb. 1

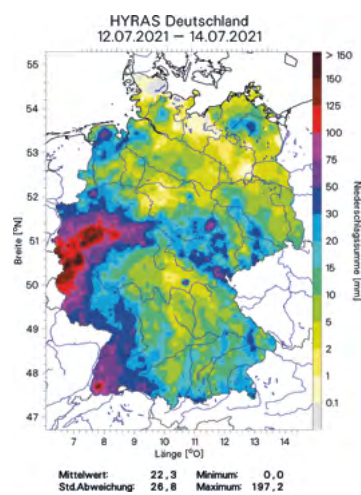


Abb. 2a

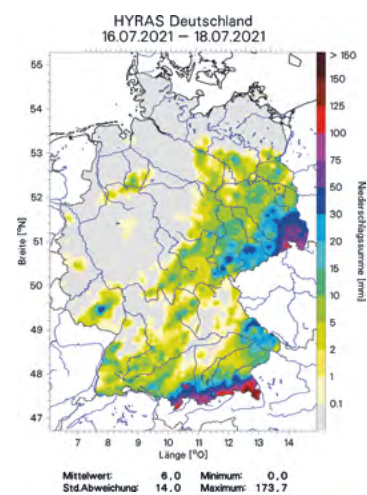


Abb. 2b

Abb. 2a und 2b

Niederschlagsanalyse auf Basis von Hydrometeorologischen Rasterdaten (HYRAS) für die Dauerstufe 72 Std. bis zum 15.7. um 8:00 Uhr MESZ (links) bzw. bis zum 19.7. um 8:00 Uhr MESZ (rechts)

Beginnend am 14.7. und bis in die Morgenstunden des 15.7. kam es dann zu ergiebigem Dauerregen, der lokal immer wieder durch Regenschauer intensiviert wurde. Der Schwerpunkt der Niederschlagstätigkeit erstreckte sich in einem Gebiet von Dortmund über Köln, Euskirchen, Gerolstein, Bitburg bis hin nach Trier (Abb. 2a). Hier wurden großflächig mehr als 100 l/m² Niederschlag in 24 Stunden registriert. Regional fielen sogar über 150 l/m² Niederschlag in 24 Stunden.

Von dem großräumigen und anhaltenden Starkniederschlag waren zahlreiche Flusseinzugsgebiete, wie die der Ahr, Erft, Kyll, Prüm, Eifel-Rur, Sieg und Swist, betroffen. Das Wasser sammelte sich und wurde teils in den engen Flusstälern kanalisiert. Die enormen Regenmengen, aber vor allem auch die orographischen Gegebenheiten und die gesättigten Böden führten zu einer Potenzierung der Schadenswirkung. Besonders das Ahrtal war von dieser Situation betroffen. Binnen kurzer Zeit entstanden hohe Personen- und Sachschäden. Alleine im Landkreis Ahrweiler sind über 110 Menschenleben zu beklagen. In Bad Neuenahr-Ahrweiler, Sinzig und Schuld wurden viele Häuser komplett zerstört und es gab verheerende Schäden an der Infrastruktur. Im Ahrtal wurden sämtliche Bahnbrücken zerstört, Straßen und Schienen weggespült. Die Strom- und Trinkwasserversorgung sowie Kommunikationsmittel fielen aus. Im Kreis Euskirchen mussten mehrere Orte evakuiert werden, weil der Damm der Steinbachtalsperre zu brechen drohte.

Ebenfalls stark betroffen waren Städte und Gemeinden an den Flüssen Erft, Swist und Eifel-Rur. In Köln, Leverkusen, Düsseldorf und längs der westfälischen Ruhr kam es ebenfalls nach den ergiebigen und andauernden Niederschlägen zu Personenschäden, zahlreiche Keller und Straßen wurden überflutet und teilweise mussten flussnahe Wohngebiete evakuiert werden.

Mit dem Abzug von Tief „Bernd“ in Richtung Südosteuropa kam es noch einmal vom 15. bis 19.7. zu anhaltenden beziehungsweise wiederkehrenden Starkniederschlägen in Ostsachsen und Südbayern (Abb. 2b). Erneut verstärkte die Orographie die Niederschläge durch Staueffekte. In Sachsen kam es in den kleinen Oberläufen und engen Tallagen teils zu Sturzfluten und die Flüsse Sebnitz, Polenz und Wesnitz sowie die Lausitzer Neiße führten kurze Zeit große Hochwässer. Im Süden Bayerns, insbesondere im Berchtesgadener Land, sorgten vor allem Starkniederschläge mit kurzen Andauerstufen (Dauerstufe D = 1 bis 3 Std.) für das schnelle Anschwellen von kleinen Gebirgsbächen. Damit verbunden waren kleinere Sturzfluten und Erdbeben, die lokal zu erheblichen Schäden führten.

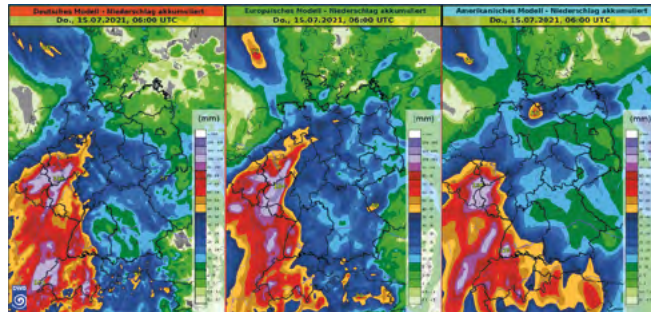


Abb. 3

Abb. 3

Übereinstimmung der akkumulierten Niederschlagsvorhersagen in verschiedenen numerischen Wettervorhersagen vom 12.7. um 2:00 Uhr über den Zeitraum vom 12. bis 15.7. (links) und zum Vergleich die 72h-Summe des beobachteten Niederschlags im Radar mit Stand 15.7. um 7:50 Uhr (rechts, mit leicht verändertem Ausschnitt)

Wettervorhersage und Warnchronologie, insbesondere für die Bundesländer Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen

Das Warnmanagement des DWD gliedert sich in verschiedene Stufen, in denen die Warninformation gestaffelt von frühzeitigen Erstinformationen, über weiter spezifizierte Vorabinformationen bis hin zu konkreten Warnungen näher zum eigentlichen Ereignis ausgegeben werden. Die Wettersituation wird in einem 24/7-Betrieb rund um die Uhr überwacht, d. h. der aktuelle Warnstatus wird bedarfsgerecht und lückenlos aktualisiert.

Die ersten Hinweise auf extreme Regenfälle waren schon am Sonntag (11.7.) in den numerischen Wettervorhersagen zu erkennen. Am Montag zeigte sich eine ungewöhnlich gute Übereinstimmung der Vorhersagemodelle bei den Niederschlagsprognosen, so dass zu diesem Zeitpunkt schon der betroffene Bereich mit hoher Wahrscheinlichkeit eingegrenzt werden konnte. Die Folgeläufe der Modelle erhöhten diese Sicherheit und deshalb wurden schon früh extreme Unwetterwarnungen ausgegeben (Abb. 3).

In der routinemäßig erstellten „Wochenvorhersage Wettergefahren“ wurde bereits am Samstag, 10.7. ein „markantes Niederschlagsereignis“ für die betroffene Region angekündigt. Am Sonntagmorgen, 11.7. wurde um 11 Uhr die Vorhersage präzisiert: „Am Mittwoch in einem Streifen vom Saarland-Eifel bis nach Nordrhein-Westfalen erhöhte Unwettergefahr durch ergiebigen Dauerregen mit teils deutlich über 100 l/m²/24h.“ Diese Erstinformation wurde am Montag den 12.7. um 10:20 Uhr erweitert und eine sogenannte Vorabinformation Unwetter herausgegeben. Am Abend wurde diese Information durch die erste konkrete Unwetterwarnung ergänzt, die am Dienstag, 13.7. um 9:40 Uhr zu einer extremen Unwetterwarnung heraufgestuft wurde. Die erste „amtliche Gefahrenmitteilung“, die vom DWD über das vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betriebene MoWaS herausgegeben wurde, erfolgte am gleichen Tag um 11:36 Uhr mit einer Aktualisierung am folgenden Tag, 14.7., um 9:08 Uhr. Vorab, um 7:40 Uhr wurde schon eine Ausweitung der extremen Unwetterwarnung über das DWD-eigene Warnsystem verteilt (Abb. 4).



VORABINFORMATION UNWETTER vor HEFTIGEM / ERGIEBIGEM REGEN

Ausgabe: 12.07.2021, 10:20 MESZ
von: 13.07.2021, 06:00 MESZ
bis: 15.07.2021, 06:00 MESZ

In den nächsten 48 bis 60 Stunden ziehen mit Unterbrechungen wiederholt Starkregengebiete mit eingelagerten Gewittern auf. Dabei regnet es teils extrem kräftig. Bis Donnerstagfrüh können aufsummiert örtlich begrenzt Regenmengen von bis zu 200 l/qm auftreten. Das Auftreten und die örtliche Eingrenzung sind noch sehr unsicher. Dies ist ein erster Hinweis auf eine Wetterlage mit hohem Unwetterpotential. Die Regenmengen können auf kleinem Raum große Unterschiede aufweisen, daher ist eine genauere Eingrenzung noch nicht möglich. Meist werden nur wenige Orte mit voller Intensität getroffen. Genauere Angaben können erst mit der Ausgabe amtlicher Unwetterwarnungen erfolgen. Bei Bedarf wird diese Vorabinformation aktualisiert.

Amtliche UNWETTERWARNUNG vor ERGIEBIGEM DAUERREGEN

Ausgabe: 12.07.2021, 17:55 MESZ
von: 13.07.2021, 06:00 MESZ
bis: 15.07.2021, 06:00 MESZ

Es tritt ergiebiger Dauerregen mit Unterbrechungen auf. Dabei werden Niederschlagsmengen zwischen 60 l/m² und 90 l/m² erwartet. Im Warmzeitraum ziehen mehrere, teils gewittrige Starkregengebiete hinweg, die Regenmengen zwischen 30 und 60 l/qm. Innerhalb weniger Stunden oder bis 30 l/qm in kurzer Zeit bringen können. Akkumuliert sind bis Donnerstagfrüh strichweise deutlich höhere Regenmengen zwischen 100 und 150 l/qm möglich. Daher ist gebietsweise mit einer Hochstufung der Warnung zu rechnen.

Amtliche UNWETTERWARNUNG vor EXTREM ERGIEBIGEM DAUERREGEN

Ausgabe: 13.07.2021, 09:40 MESZ
von: 13.07.2021, 09:40 MESZ
bis: 15.07.2021, 06:00 MESZ

Es tritt extrem ergiebiger Dauerregen mit Unterbrechungen auf. Dabei werden Niederschlagsmengen zwischen 80 l/m² und 180 l/m² erwartet.

11. Juli um 11:00 Uhr
Wochenvorhersage
Wettergefahren

12. Juli um 10:20 Uhr
Vorabinformation
Unwetter

12. Juli um 17:55 Uhr
Unwetterwarnung

13. Juli um 9:40 Uhr
Extreme
Unwetterwarnung

Abb. 4

Wie wurden die Warnungen und Informationen verteilt?

Die folgende Aufzählung beschreibt, welche Daten und Produkte über welche Verbreitungswege von den wesentlichen Akteuren genutzt wurden und beleuchtet einige besondere Details für diese Situation.

Übertragungskanäle und Datenportale

- Die direkte Zustellung von Warninformationen durch den DWD erfolgt über eine Vielzahl von Kanälen und Verteilern etwa via **E-Mail**, **SMS** und **Fax**. Gemäß entsprechender Verwaltungsvereinbarungen werden Informationen auf diesen Kanälen auch direkt den verantwortlichen Stellen im Katastrophenschutz zugestellt, beispielsweise in Nordrhein-Westfalen an das Lagezentrum (MIK), Landesleitstellen und Bezirksregierungen. In Rheinland-Pfalz erfolgt die Zustellung an die zuständigen Referate, Ämter etc. bei den Kreisverwaltungen (19) und Städten (9) sowie direkt an alle Integrierten Leitstellen und Berufsfeuerwehren.
- Über die **Datenportale** wie das **Open Data-Angebot** des DWD stehen freie Daten der Allgemeinheit zum Abruf bereit. Ausgewählte Datensätze, wie etwa die Daten des Niederschlagsradars oder aktuelle Warnungen, werden auch als **Webdienste** zur direkten Integration in Webseiten oder Lagesysteme angeboten (so wurden für das Niederschlagsradar im Zeitraum vom 12. bis 15.7. ca. 28 Millionen Bildkacheln als Web Map Service ausgegeben).



13. Juli um 11:36 Uhr
MoWas
Gefahrenmeldung

14. Juli um 7:40 Uhr
Ausweitung Extreme
Unwetterwarnung

14. Juli um 9:08 Uhr
Aktualisierung MoWas
Gefahrenmeldung

Abb. 4

Zeitliche Einordnung ausgewählter Warnmeldungen, die durch den DWD im Vorlauf und der Entwicklung der Lage ausgegeben wurden.

Abb. 5

Kommunikation in der WarnWetter-App des DWD am 14.7. - sichtbar ist auch die Übereinstimmung zwischen Warngebieten, Niederschlagsradar und Nutzermeldungen.



Abb. 5

- Beobachtungs- und numerische Vorhersagedaten des DWD werden als Standard-routinebelieferung unter anderem von Landesämtern, Wasserverbänden, vom European Flood Awareness System (EFAS) und anderen meteorologischen Dienstleistern über SFTP abgerufen und als Eingangsdaten für Anschlussprozesse verwendet.
- Über die DWD-WarnWetter-App wurden im Zeitraum vom 12. bis 15.7. an die rund acht Millionen Nutzer, die Warnungen über die App abonniert haben, insgesamt ca. 53 Millionen Warnungen als Push-Mitteilung zugestellt. Im Rahmen des Naturgefahren-Ansatzes der WarnWetter-App (Verbreitung von Hochwasser-, Pegel-, Sturmflut- und Lawineninformationen mit Partnern) sind ca. 150.000 Nutzer für die Push-Verteilung von Hochwasserwarnungen registriert. An diesen Adressatenkreis wurden im genannten Zeitraum etwa 0,5 Millionen Warnmitteilungen als Push-Nachricht zugestellt (Abb. 5).

- Der DWD ist über eine Vollstation an das vom BBK betriebene MoWaS angebunden. Bei extremen Unwetterereignissen mit erheblichem Gefährdungspotenzial wird eine **gesonderte Meldung über das normale Warnmanagement des DWD hinaus** zentral koordiniert versendet. Dabei gehen die amtlichen Gefahrenmitteilungen oder Gefahrendurchsagen an alle angeschlossenen Krisenstäbe, Lagezentren und Medien im betroffenen Gebiet. Rechtsgrundlage hierfür ist das Verlautbarungsrecht der Bundesregierung und der Landesregierungen. Auch in der aktuellen Lage wurde am 13.7. um 11:36 Uhr MoWaS als zusätzlicher Kanal für eine „amtliche Gefahrenmitteilung“ genutzt, die unter anderem an alle angeschlossenen Leitstellen im betroffenen Gebiet, an Landesmedien wie SWR und WDR sowie an bundesweite Medienagenturen wie AFP und dpa verbreitet wurde. Mit der Absendung als „amtliche Gefahrenmitteilung“ ist die Verpflichtung der Empfänger verbunden, diese innerhalb von zehn Minuten nach Erhalt und ohne inhaltliche Veränderung zu übertragen (Abb. 6a und 6b).



Abb. 6a

Abb. 6a und 6b
Vom DWD erstellte MoWaS-Gefahrenmitteilung und der Empfängerkreis

- Wichtige **Warnmultiplikatoren** wie nutzerstarke Apps (NINA, KATWARN) werden in überwachten Lieferprozessen via SFTP sekundengenau mit den jeweils aktuellsten Warnungen des DWD im CAP-Format (Common Alert Protocol) versorgt. Diese werden durch die App-Betreiber verzögerungs- und bruchfrei an angeschlossene Nutzer weiterverbreitet. Hierbei erfolgt teils eine Filterung, so dass Warnungen erst ab der Unwetterschwelle (DWD-Stufe 3) in diesen Medien dargestellt werden.

Empfänger	Stationen	Warnmittel	KRITIS
Bundesweit • AFP • ARD-aktuell • Dtl.de + welt.de + tiz.de • Deutschlandfunk • dpa • DRF Nachrichtensender • faz.net • ndr • ProSieben + SAT.1 + kabel eins • RTL Television • Sky Deutschland • Spiegel.de • sueddeutsche.de • t-online.de • WELT • ZDF Landesweit • HR Radio FFH • HT • METROPOL FM • Radio samstag • Radio NRW • RADIO SALFELD • RPR1 • SR • SWR • WDR Lokal/Regional: • Antenne AC • ENEBO • ERFER Düsseldorf • Mischak Gruppe • rhein-zentrum.de • Rheinland Kombi Koeln (7 Radiosender)	• BBKACBIL1 • BBKACBIL2 • BR3 (DEU, Berlin) • BR5 (DEU, Freiburg) • BR6 (DEU, Osnabrück) • BR Düsseldorf vSE, Kreis (DEU, NW) • BR Köln vSE, Kreis (DEU, NW) • DWD (DEU, Offenbach) • Gemeinsames Media- und Lagezentrum Bund, Länder (DEU, Bunt, Bonn) • OME2 vSE (DEU, Bunt, Bonn) • SWF Land NRW vSE (DEU, Münster) • SWF Hamburg A vSE (DEU, Bunt, Bonn) • LPW3 Land RP vSE (DEU, Koblenz) • LPW5 Land SL vSE (DEU, Saarbrücken) • LK Saarbrücken vSE, Kreis (DEU, Saar, Saarbrücken) • LK Metz-Verdon vSE, Kreis (DEU, SL) • LK Aachen, Städteregion (DEU, NW, Aachen) • LS Bad Kreuznach, Kreis (DEU, RP) • LS Bonn, Stadt (DEU, NW) • LS Düren, Kreis (DEU, NW, Kreisau) • LS Euskirchen, Kreis (DEU, NW) • LS Hammag, Kreis (DEU, NW, Erkelenz) • LS Koblenz, Kreis (DEU, RP) • LS Köln, Land NW Reg. 1 (DEU, NW) • LS Mainz, Kreis (DEU, RP) • LS Montabaur, Kreis (DEU, RP) • LS Rhein-Erft-Kreis (DEU, NW, Kerpen) • LS Rhein-Kreis Neuss (DEU, NW, Neuss) • LS Rhein-Sieg-Kreis (DEU, NW, Siegburg) • LS Saarbrücken, Land SL Reg. 2 (DEU, SL) • LS Simeurt, Land NW Reg. 2 (DEU, NW, Rhene) • LS Trier vSE, Land RP (DEU, RP) • LS Trier, Kreis (DEU, RP) • LS Trier, Land RP Reg. (DEU, RP) • LZ 688 (DEU, Bunt, Bonn) • LZ Land NW (DEU, Düsseldorf) • LZ Land RP vSE (DEU, Mainz) • LZ Land RP vSE (DEU, Mainz) • LZ Land SL (DEU, Saarbrücken) • LZ Land SL vSE (DEU, Saarbrücken) • LZPD Land NW vSE (DEU, Düsseldorf) • mecom Teleshop (Hamburg SE02) • mecom Teleshop (Hamburg SE02) • mecom Teleshop vSE (Hamburg HQ4) • Nationale Warzentrale (DEU, Bunt, Bonn 1) • Nationale Warzentrale vSE (DEU, Bunt, Bonn) • ZSWest-Köln 1 (DEU, Bonn) • ZSWest-Köln 2 (DEU, Bonn) • ZSWest-Köln vSE (DEU, Bonn) • ZSWest-Schönwald (DEU, Bunt, Bonn) • ZSWest-Schönwald vSE (DEU, Bunt, Bonn)	• Wmmwage • StatInformationsstat: Bonn	• Sicherheitszentrum • StatInformationsstat: Bonn

Abb. 6b

Abb. 7

Beispiel für einen
Medienbericht der
RWB Essen, hier vom
13.7. um 10 Uhr

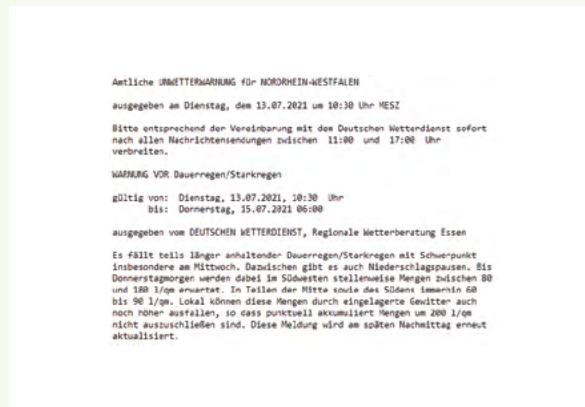


Abb. 7

- Als ergänzende Warninformation werden auch **Spezialberichte** erstellt, in denen eine detaillierte Einschätzung der zu erwartenden Lage anhand verschiedener Vorhersagemodelle abgegeben wird. So wurden neben den überregionalen Berichten der Vorhersage- und Beratungszentrale (VBZ) des DWD in Offenbach auch durch die DWD-Außenstelle Essen tägliche Berichte für die Hochwasservorhersagezentralen in Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Hessen sowie alle Wasserverbände in Nordrhein-Westfalen bereitgestellt, in denen ab Montag, 12.7., deutliche Signale für ergiebigen Starkregen „teilweise bis 200 l/48 h“ enthalten waren.
- Insbesondere über die Außenstellen des DWD erfolgt eine enge Betreuung von Akteuren im Katastrophenschutz vor Ort, welche über eine **24 Stunden erreichbare Katastrophenschutzhotline** jederzeit Kontakt zum DWD aufnehmen können. So wurden beispielsweise durch die für Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zuständige Außenstelle Essen im Zeitraum vom 12. bis 15.7. insgesamt mehr als 150 individuelle **Beratungsgespräche** mit Feuerwehren, Lagezentren, Leitstellen, Medien und Wasserverbänden zur Einschätzung der Lage geleistet. In einigen Bundesländern existieren spezielle Vereinbarungen zwischen dem DWD und Medien (Nordrhein-Westfalen) oder entsprechende Verordnungen (Bayern), die eine Verbreitung von Gefahrenmitteilungen direkt über den Rundfunk vorsehen. Entsprechende Spezialprodukte werden durch die Außenstellen des DWD regelmäßig bereitgestellt. So erstellte die Außenstelle Essen am 13.7. um 6 Uhr einen entsprechenden **Medienbericht** für den WDR. Dieser Erstbericht war nach den Hauptnachrichten zwischen 6.30 und 12.30 Uhr zu verlesen und wurde danach kontinuierlich alle vier bis sechs Stunden durch den DWD aktualisiert (Abb. 7).



Abb. 8a



Abb. 8b

- Die Vorhersage- und Beratungszentrale des DWD steht darüber hinaus in engem Austausch mit dem Gemeinsamen Melde- und Lagezentrum des Bundes und der Länder (GMLZ). In zum Teil täglichen Konferenzschaltungen wird auch hier individuell beraten. Im konkreten Fall erfolgte die erste anlassbezogene Kommunikation am 11.7.. Am 12.7. wurden erste umfassende Beratungen hinsichtlich der zu erwartenden Lage durchgeführt, bei denen explizit auf zu erwartende Niederschlagsmengen von teils über 100 l/m² innerhalb von 24 h hingewiesen wurde.
- Sämtliche Warnungen wurden gleichzeitig über die [Internetseite des DWD](#) veröffentlicht. In der Woche vom 12. bis 18.7. wurde auf Warninformationen über die Seite [www.dwd.de](#) rund 64 Millionen Mal zugegriffen.
- Durch die Pressestelle des DWD erfolgt eine direkte Betreuung von überregionalen Medien sowie die Versorgung der [Social Media-Kanäle](#) des DWD in Zusammenarbeit mit den Medienmeteorologen der VBZ. In Unwettersituationen werden darüber hinaus routinemäßig sogenannte Unwetterclips zur Vermittlung der Gefährdungssituation an die Bevölkerung produziert und auf YouTube bereitgestellt sowie in der WarnWetter-App verbreitet. Auch in der aktuellen Lage wurde ausgiebig über die bevorstehende Unwettersituation in verschiedenen Formaten informiert (Abb. 8a,b,c).

Abb. 8a, 8b und 8c

Aktive Verbreitung der Vorhersage- und Warninformationen über Internet und Social Media-Kanäle: Hinweis auf extreme Regenmengen in Twitter am

12.7. (Abb. 8a), interaktive Warnlage im Internetauftritt des DWD am 13.7. (Abb. 8b), und Unwetterclip in Youtube am 12.7. (Abb. 8c)



Abb. 8c

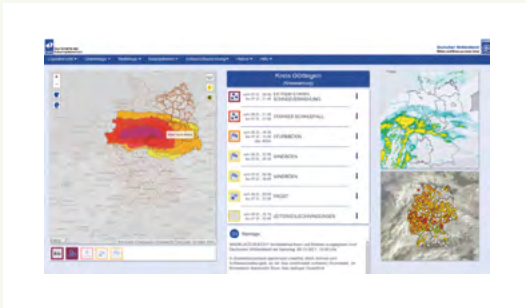


Abb. 9a



Abb. 9b

Abb. 9a und 9b

Exemplarische Warnlageübersicht im FeWIS in einer extremen Warnsituation (links) und exemplarische Darstellung des Produktportfolios des WaWIS (rechts).

Spezialportale

- Mit dem **FeWIS** stellt der DWD ein zentrales Informationsportal für den Katastrophenschutz als umfangreiches Online-System zur Verfügung. Bundesweit sind mehr als 2.500 Zugänge für Akteure im Katastrophenschutz in Benutzung, insbesondere in Leitstellen, bei Feuerwehren, dem THW und in Lagezentren. Zur Verfügung gestellt werden dabei eine zentrale Lageübersicht (Warnsituation, Niederschlagsradar, Nutzermeldungen) sowie weitergehende aktuelle Informationen zur Wetterlage, wie etwa Stationsmesswerte und Niederschlagssummen. Im Rahmen eines Naturgefahren-Ansatzes sind darüber hinaus unter anderem Hochwasser- und Pegelinformationen ergänzend mit in das System eingebunden. Im Zeitraum vom 12. bis 15.7.21 waren in FeWIS insgesamt rund 55 Millionen Seitenaufrufe zu verzeichnen.

- Mit dem „**WasserwirtschaftsWetterInformationsSystem**“ (**WaWIS**) stellt der DWD zudem meteorologische Informationen speziell für registrierte Nutzer aus dem Bereich der Hochwasservorhersage und des Katastrophenschutzes zur Verfügung. Der Fokus liegt dabei auf einem weiten Spektrum an meteorologischen Beobachtungs- und Vorhersageprodukten, insbesondere des Niederschlags, die in WaWIS visualisiert werden. Dazu gehören unter anderem:

- stündliche Wetterbeobachtungen in Form von statischen Bilddateien
- stündliche Niederschlagsbeobachtungen der letzten 72 Stunden
- alle fünf Minuten Niederschlagsanalysen aus den flächendeckenden Radarbeobachtungen
- quantitative Radaranalysen
- alle fünf Minuten radargestützte Niederschlagsvorhersagen für die nächsten zwei Stunden
- sowie Niederschlagsprognosen verschiedener Vorhersagemodelle (sowohl deterministische als auch probabilistische numerische Vorhersagen von bis zu 40 verschiedenen Ensemble-Mitgliedern der DWD-Modellkette) (Abb. 9a und 9b)

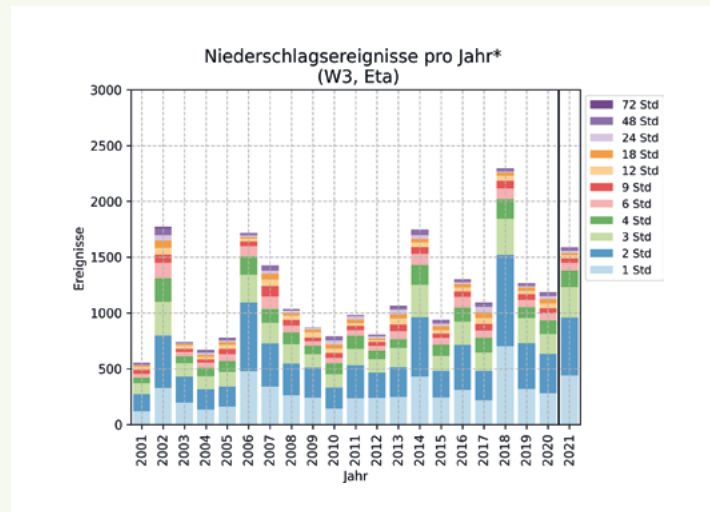


Abb. 10

Klimatologische Einordnung

2021 ist das Jahr mit der zweithöchsten Anzahl an Einzelereignissen beim Niederschlag in den letzten 21 Jahren (Abb. 10). Bereits die Wochen vor dem Ereignis waren von Unwettern geprägt, die lokal Starkregen mit sich brachten und somit teilweise Sturzfluten verursachten. Die meisten und intensivsten Starkniederschläge treten in der Regel in Deutschland zwischen Mai und September auf. Grundsätzlich kann Starkniederschlag an jedem Ort in Deutschland auftreten. Es gibt jedoch eine Tendenz, dass Extremereignisse mit steigender Dauerstufe vermehrt in den Mittel- und Hochgebirgsregionen vorkommen.

Insbesondere während der letzten Jahrzehnte war weltweit und in Deutschland ein Temperaturanstieg zu beobachten, der nur durch den Anstieg der atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen erklärbar ist. Es stellt sich daher die Frage, wie sich dieser Klimawandel regional auf die Häufigkeit und Intensität von Starkregenereignissen auswirkt.

Analysen der letzten 70 Jahre auf Basis von Tagesdaten zeigen, dass die Intensität und die Häufigkeit von Starkniederschlagstagen (definiert als $> 20 \text{ l/m}^2$ pro Tag) in Deutschland geringfügig zugenommen haben. Die stärksten Änderungssignale zeigen sich für den Winter. Im Sommer gibt es noch kein klares Bild. Dies liegt vermutlich daran, dass hier zwei Effekte gegenläufig sind. Die Anzahl der Tage mit Niederschlag nimmt eher ab, während sich der Niederschlag selbst an den verbleibenden Tagen intensiviert. Auf Basis von Klimaprojektionen kann abgeschätzt werden, dass sich diese Tendenz fortsetzen wird.

Abb. 10

Anzahl mittels Radar erfasster Starkregenereignisse pro Jahr seit 2001 aus klimatologisch aufbereiteten Radardaten. Als Schwellenwert wurden die Warnkriterien Level 3

(Unwetter) für Stark- bzw. Dauerregen genutzt. Für das Jahr 2021 wurden archivierte Echtzeit-Radardaten bis zum 19.7. um 5:50 Uhr UTC (7:50 Uhr MESZ) berücksichtigt.

Attributionsstudie: Der Klimawandel machte die Starkregenfälle, die zu verheerenden Überschwemmungen in Westeuropa führten, wahrscheinlicher

Im Rahmen der World Weather Attribution-Initiative wurde nach der Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 eine Attributionsstudie zu den Ereignissen durchgeführt. Der DWD koordinierte die Studie, an der 39 Wissenschaftler:innen von Universitäten und meteorologischen sowie hydrologischen Behörden aus Belgien, Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Luxemburg, der Schweiz, den USA und dem Vereinigten Königreich beteiligt waren.

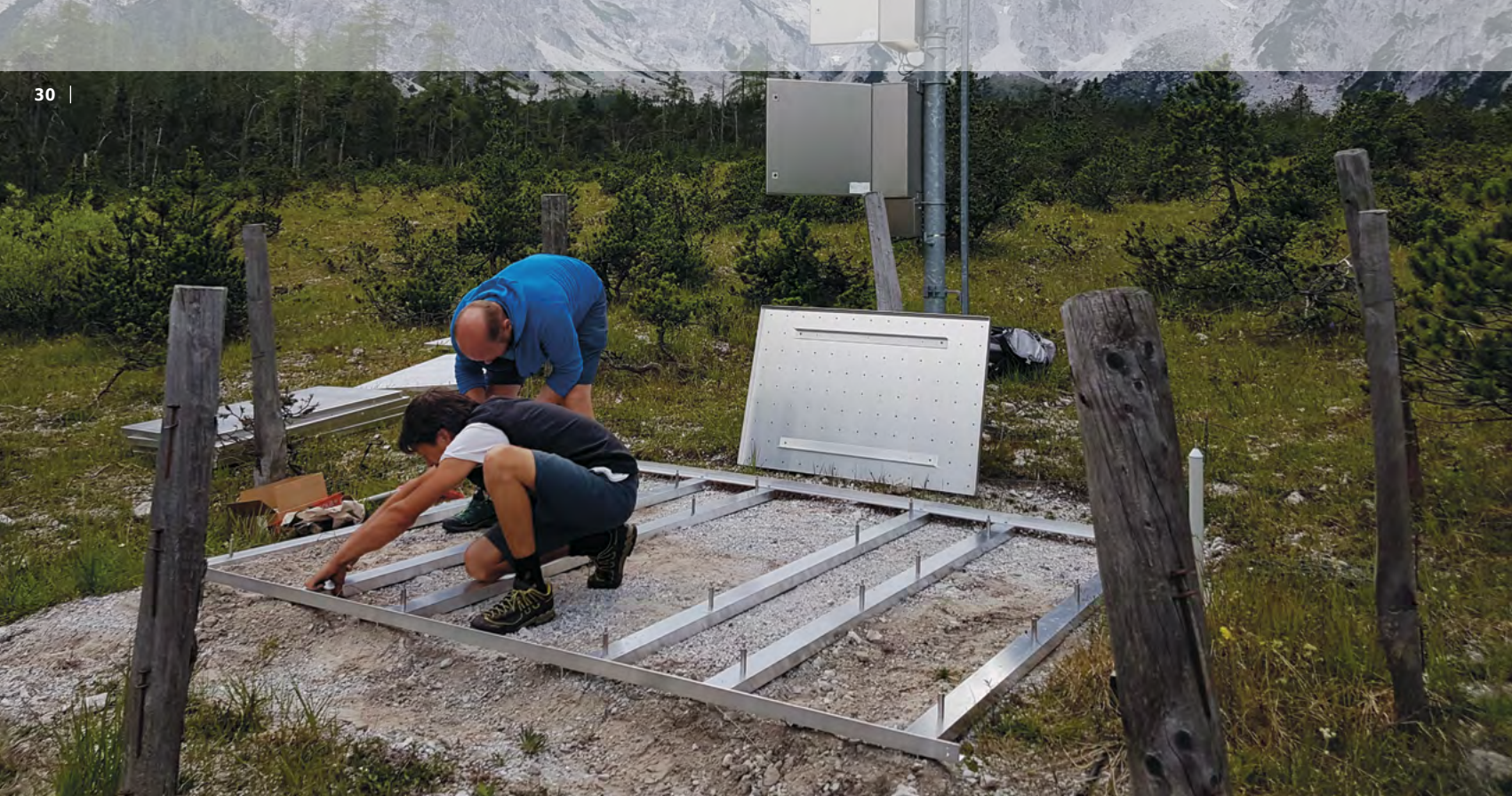
Die Wissenschaftler:innen untersuchten in der Studie nicht die Pegelstände der Flüsse, sondern die Menge des gefallenen Regens. Für Adhoc-Studien wie diese, wird ein peer-reviewtes Protokoll genutzt, das Wetteraufzeichnungen und Computersimulationen analysiert.

Erforscht wurde der Einfluss des Klimawandels auf ähnliche Regenereignisse in Westeuropa, genauer gesagt in einer Region, die sich von den Niederlanden bis nördlich der Alpen und von Belgien bis nach Thüringen erstreckt. Unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen muss, an einem bestimmten Ort in dieser größeren Region, im Durchschnitt alle 400 Jahre mit einem vergleichbaren Ereignis gerechnet werden. Das bedeutet auch, dass derartige Ereignisse innerhalb der größeren westeuropäischen Region häufiger als einmal in 400 Jahren auftreten werden.

Allgemein sind extreme Einzelereignisse zunächst kein direkter Beleg für den Klimawandel. Nur langjährige Beobachtungen können zeigen, ob die Häufigkeit bestimmter Ereignisse zugenommen hat oder nicht. Gerade bei extremen Ereignissen, die nur selten vorkommen, ist es besonders wichtig, einen sehr langen Zeitraum zu betrachten. Ob der Klimawandel nun ein bestimmtes Unwetterereignis verstärkt hat, kann nicht ohne weiteres oder gar pauschal beantwortet werden. Zwar konnte bereits mittels Attributionsforschung für ausgewählte Extremereignisse (z. B. Hitzewellen) gezeigt werden, dass durch den Klimawandel die Eintrittswahrscheinlichkeit erhöht wurde; dies bedarf aber im Einzelfall umfangreicher Untersuchungen. Für den Parameter Niederschlag zeigt eine kürzlich veröffentlichte Studie zu täglichen Maxima des Niederschlags auf globaler Ebene, dass die Intensivierung von Starkniederschlägen, z. B. in Mitteleuropa, zumindest teilweise durch den anthropogenen Klimawandel verstärkt wurde.

Durch den Klimawandel hat sich die Intensität des maximalen eintägigen Niederschlagsereignisses in der Sommersaison in dieser großen Region um etwa 3 bis 19 Prozent erhöht, verglichen mit einem globalen Klima der vorindustriellen Zeit um 1850. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein solches Ereignis heute im Vergleich zu dem vorindustriellen Klima eintritt, hat sich in der Großregion um einen Faktor zwischen 1,2 und 9 erhöht.

Die Ergebnisse untermauern die Aussagen des aktuellen Berichts des Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Demzufolge ist es eindeutig, dass die Erderwärmung vom Menschen verursacht wird und der daraus resultierende Klimawandel die Hauptursache für die Zunahme extremer Wetterereignisse ist. Laut dem IPCC-Bericht werden West- und Mitteleuropa durch die steigenden Temperaturen immer häufiger Starkregenfällen und Überschwemmungen ausgesetzt sein.



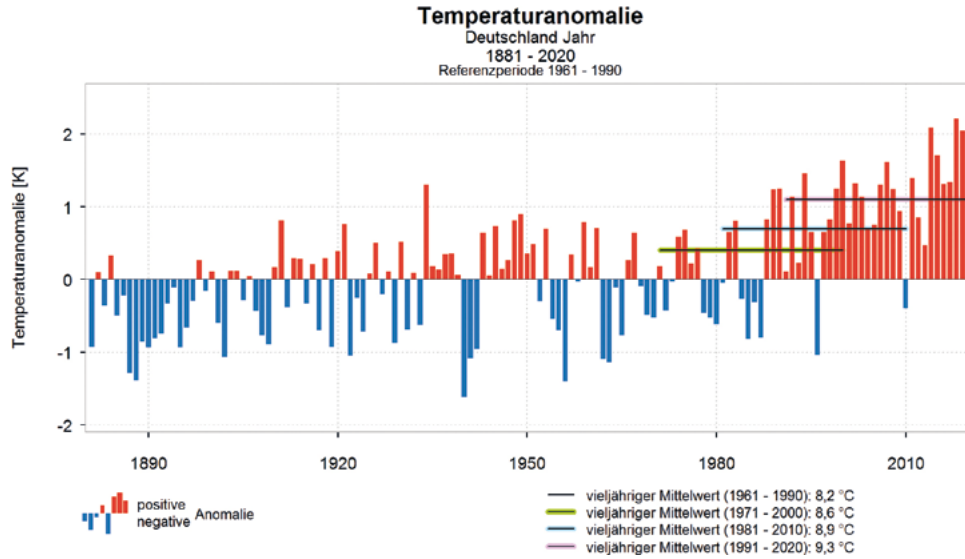
oben

Aufbau einer Schneewaage an der automatischen Klimastation in der Brunftbergtiefe, Nationalpark Berchtesgaden

WMO-Empfehlung: Zwei Bezugszeiträume

Gemäß den Empfehlungen der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) ist es üblich, zur Erfassung des Klimas und seiner Änderungen Mittelwerte über einen Zeitraum von 30 Jahren zu bilden, um den Einfluss von natürlichen Schwankungen aus der statistischen Betrachtung des Klimas auszuklammern.

Hierfür kam in der Vergangenheit häufig der Zeitraum 1961 bis 1990 zum Einsatz. Viele Anwendungen benötigen aber eine statistische Beschreibung des aktuellen Klimas, wofür daher in den letzten Jahren die Klimanormalperiode 1981 bis 2010 verwendet wurde. Die klimatischen Bedingungen eines vergleichsweise aktuellen Zeitraums entsprechen auch dem „erlebten“ Klima der Bevölkerung. Mit Ende des Jahres 2020 wurde die Referenzperiode für aktuelle klimatologische Bewertungen durch die Periode 1991 bis 2020 ersetzt.



oben

Hier sind die Unterschiede zwischen diesen Referenzperioden für den deutschen Temperaturmittelwert illustriert.

Generell sollen Klimareferenzperioden ermöglichen, den aktuellen Witterungszustand sowohl zum gegenwärtigen Klimazustand einer Region als auch zur langfristigen Entwicklung des Klimas in der Region in Beziehung zu setzen. In einem stabilen Klima können diese beiden Zwecke durch eine gemeinsame Referenzperiode erfüllt werden. Für Klimaelemente wie die Lufttemperatur, die aufgrund des anthropogenen Klimawandels inzwischen einen klaren und konsistenten Trend aufweisen, reicht eine Aktualisierungsfrequenz von dreißig Jahren nicht mehr aus, um den aktuellen klimatischen Zustand zutreffend zu beschreiben. Der Mittelungszeitraum 1991 bis 2020 ist deutlich besser geeignet, einen aktuellen Monat einzuordnen, als der Zeitraum 1961 bis 1990. Andererseits ist es für die Betrachtung der langfristigen Entwicklung des Klimas sinnvoll, eine feste Standardperiode als Referenzpunkt zu nutzen, die einen mittleren Zustand des Klimas im Untersuchungszeitraum abbildet. Um einen international einheitlichen Umgang mit dieser Thematik zu erreichen, wurden die entsprechenden Empfehlungen der WMO überarbeitet (WMO 2014, 2017)*.

Empfehlung der WMO

Da mit einer Klimareferenzperiode nicht mehr alle Anforderungen erfüllt werden können, empfiehlt die WMO die Nutzung von zwei Bezugszeiträumen:

- Für die Bewertung langfristiger Klimaentwicklung wird die WMO-Referenzperiode 1961 bis 1990 beibehalten, da dieser Zeitraum nur zum Teil von der aktuell zu beobachteten beschleunigten Erwärmung betroffen ist.
- Für Aufgaben des Klimamonitorings, wie z. B. monatliche und saisonale oder jährliche Anomalienkarten, die nicht auf die Überwachung des längerfristigen Klimawandels ausgerichtet sind, sowie als Basis für Klimavorhersagen werden die Klimanormalperioden zukünftig alle zehn Jahre aktualisiert.

Die WMO weist auch darauf hin, dass Definition und Verwendung von Klimanormalen klar und präzise dokumentiert und kommuniziert werden müssen, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Umsetzung durch den DWD

Der DWD verwendet daher für Auswertungen im Zusammenhang des längerfristigen Klimawandels weiterhin den Zeitraum 1961 bis 1990 als Klimanormalperiode. Im Kontext des zeitnahen Klimamonitorings wird daneben die aktuelle Referenzperiode 1991 bis 2020 eingesetzt.

* Quelle siehe Seite 83

Deutschlandwetter 2021

	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	0,6 (-0,5)	15,6 am 22. in Emmendingen-Mundingen	-21,0 am 16. auf der Zugspitze
Februar	1,7 (0,4)	22,0 am 25. in Ohlsbach	-26,7 am 10. in Mühlhausen-Görmar
März	4,8 (3,5)	27,2 am 31. in Rheinau-Memprechtshofen	-20,9 am 20. auf der Zugspitze
April	6,0 (7,4)	25,9 am 1. in Müllheim	-21,9 am 6. auf der Zugspitze
Mai	10,7 (12,1)	31,3 am 9. in Waghäusel-Kirrlach	-13,9 am 8. auf der Zugspitze
Juni	19,0 (15,4)	36,6 am 19. in Berlin-Tempelhof bzw. Baruth	-3,2 am 30. auf der Zugspitze
Juli	18,4 (16,9)	32,8 am 6. in Rosenheim	-2,9 am 1. auf der Zugspitze
August	16,4 (16,5)	33,2 am 15. in Regensburg	-4,1 am 29. auf der Zugspitze
September	15,2 (13,3)	30,0 am 9. in Huy-Pabstorf	-6,6 am 30. auf der Zugspitze
Oktober	9,6 (9,0)	27,5 am 13. bzw. 14. in München-Stadt	-13,0 am 14. auf der Zugspitze
November	4,9 (4,0)	17,5 am 11. in Mittenwald-Buckelwiesen	-19,6 am 29. auf der Zugspitze
Dezember	2,6 (0,8)	16,6 am 23. in Müllheim	-19,2 am 22. in Oberstdorf
Winter 2020/21	1,8 (0,2)	22,0 am 25.2. in Ohlsbach	-26,7 am 10.2. in Mühlhausen-Görmar
Frühling	7,2 (7,7)	31,3 am 9.5. in Waghäusel-Kirrlach	-21,9 am 6.4. auf der Zugspitze
Sommer	17,9 (16,3)	36,6 am 19.6. in Berlin-Tempelhof bzw. Baruth	-4,1 am 29.8. auf der Zugspitze
Herbst	9,9 (8,8)	30,0 am 9.9. in Huy-Pabstorf	-19,6 am 29.11. auf der Zugspitze
Jahr	9,2 (8,2)	36,6 am 19.6. in Berlin-Tempelhof bzw. Baruth	-26,7 am 10.2. in Mühlhausen-Görmar

In Klammern wird der vieljährige Mittelwert entsprechend dem international vereinbarten Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 angegeben.

Niederschlag in l/m²	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
80,2 (60,8)	30,0 (43,6)	sehr trüber und nasser Jahresstart
48,9 (49,4)	107,3 (71,5)	sehr tiefe Temperaturen in der ersten Monatshälfte, extremer Temperaturanstieg zum Monatsende, höchste bisher beobachtete Temperaturdifferenz zwischen Minimum- und Maximumtemperatur innerhalb von sieben Tagen (Göttingen: 41,9 K)
46,0 (56,5)	146,7 (111,2)	in der Monatsmitte erneuter Wintereinbruch in den Mittelgebirgen, erste Sommertage am Monatsende
34,7 (58,2)	183,5 (153,7)	sehr trockener April und deutlich kühler
94,9 (71,1)	168,4 (201,6)	zweiter kühlerer Monat in Folge, sehr feucht
95,4 (84,6)	257,2 (203,3)	ab der Monatsmitte erste und einzige extreme Hitzewelle des Jahres
107,2 (77,6)	198,6 (210,7)	extreme Niederschlagsmengen in der Monatsmitte führten zu katastrophalen Hochwassersituation in Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen und Bayern
102,5 (77,2)	156,7 (199,5)	sehr feuchter und trüber letzter Sommermonat, der auch etwas kühler ausfiel
35,3 (61,1)	174,3 (149,6)	ab der Monatsmitte erneut sommerliche Temperaturen, viel Sonnenschein und sehr trocken, am Monatsende Tornado in Kiel
44,8 (55,8)	128,0 (108,5)	ungewöhnlich hohe Tagesminima am 20. Oktober, Sturm Hendrick am 21. Oktober
49,7 (66,3)	42,7 (52,8)	sehr trockener Monat nur zu Monatsbeginn, hohe Niederschlagsmengen im Osten Deutschlands
61,4 (70,2)	37,9 (38,0)	Weihnachtstauwetter in den Mittelgebirgen und in den Alpen, extrem milde Temperaturen zum Jahreswechsel
186,6 (180,7)	172,0 (152,9)	deutlich mehr Schneedeckentage als in den Jahren zuvor, besonders zu Jahresbeginn und in der ersten Hälfte des Februar
175,6 (185,9)	498,6 (466,6)	ungewöhnlich kühler Frühling, mit erstem Sommertag des Jahres im März und erstem Heißen Tag im Mai
305,1 (239,4)	612,5 (613,5)	sehr durchwachsender Sommer mit einem sehr warmen Auftakt und einem kühlen Ende, niederschlagsreich mit extremem Hochwasser im Juli
129,9 (183,3)	345,0 (310,9)	sehr trocken mit letztem Heißen Tag des Jahres im September
801,1 (788,9)	1.631,2 (1.544,0)	Jahresmitteltemperatur nicht ganz so hoch wie in den letzten Jahren

Im Rückspiegel

rechts

Oliver Nitsche (links, DWD) und Peter Köhler (rechts, DWD, in der Zwischenzeit im Ruhestand) bei der Prüfung

der DWD-Messstation im Funtensee-Tal im Herbst mit Blick auf das Kärlingerhaus im Hintergrund



ICON – vollständiger und einheitlicher Modellrahmen

Im Januar 2015 führte der DWD das globale Wettervorhersagesystem ICON¹ ein. Der DWD hatte es gemeinsam mit dem Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) entwickelt. Sechs Jahre später wurde mit ICON-D2/ICON-D2-EPS der letzte Baustein der gesamten Modellkette in den operativen Betrieb überführt. Mit dem Übergang zu ICON-D2 basiert das operationelle numerische Wettervorhersagesystem jetzt vollständig auf dem einheitlichen ICON-Modellrahmen. Zur „ICON-Familie“ gehören beim DWD das globale Modell ICON, das über Zwei-Wege-Nestung damit gekoppelte europäische Verfeinerungsgebiete ICON-EU und das konvektionsauflösende ICON-D2 in der deterministischen Wettervorhersage. Bei der probabilistischen Wettervorhersage verfügt der DWD über die Ensemble-Vorhersagen des ICON-EPS/ICON-EU-EPS sowie ICON-D2-EPS.

Der Name ICON (**ICO**sahedral **N**onhydrostatic modelling framework) kommt im Wesentlichen von seinem aus Dreiecken geknüpften Ikosaeder-Gitter. Die besonderen Vorzüge des ICON-Gitters liegen in der nahezu homogenen Abdeckung des Globus und der effizienten Nutzung moderner, paralleler Computerarchitekturen. Verglichen mit den Vorgängermodellen verfügt ICON über eine Vielzahl von Verbesserungen in der Darstellung physikalischer Prozesse der Atmosphäre und Erdoberfläche. Damit werden mittel- und längerfristige Wettervorhersagen deutlich präziser, und kleinräumige, lokale Wetterereignisse lassen sich ebenfalls besser erfassen und vorhersagen. Seit der Einführung des ICON hat die Qualität des globalen Vorhersagesystems des DWD große Fortschritte gemacht, und insbesondere im Kurzfristbereich liegt sie inzwischen im internationalen Spitzenfeld. Eine Ausdehnung des Einsatzbereichs von ICON auf Klimazeitskalen wird seit Anfang 2021 im Projekt „ICON-Seamless“ entwickelt.

Auf der globalen und der EU-Skala initialisiert eine kombinierte sogenannte variationale Ensemble-Datenassimilation (EnVAR² und LETKF³) die ICON- und ICON-EPS-Vorhersagen. Um den Anfangszustand für Vorhersagen mit dem hochauflösenden regionalen Wettervorhersagemodell zu ermitteln, nutzt der DWD seit mehreren Jahren das sogenannte KENDA-System, so auch für ICON. KENDA⁴ steht für „Kilometre-scale Ensemble Data Assimilation“ und nutzt die Methode des Kalman Filters (4D-LETKF). Damit werden gleichzeitig und in konsistenter Weise die Anfangsbedingungen für die deterministische und probabilistische Vorhersage bestimmt. Darüber hinaus nutzt das System unter anderem die Daten von Radiosondenauf- und -abstiegen, Flugzeug- und Windprofilerdaten, Bodenstationen sowie die Daten des 3D-Niederschlagsradars.

¹⁻⁴ Quellen siehe Seite 83

Zahlen und Fakten ICON

	Mittlerer Gitterpunktabstand	Schichten	Geographische Abdeckung
ICON	13 Kilometer	90 Schichten bis in etwa 74 Kilometer Höhe	Globus
ICON-EPS	40 Kilometer	90 Schichten bis in etwa 74 Kilometer Höhe	Globus
ICON-EU	6,5 Kilometer	60 Schichten bis in etwa 23 Kilometer Höhe	Europa einschl. des europäischen Teils Russlands, Teile des Nordatlantiks
ICON-EU-EPS	20 Kilometer	60 Schichten bis in etwa 23 Kilometer Höhe	Europa einschl. des europäischen Teils Russlands, Teile des Nordatlantiks
ICON-D2, ICON-D2-EPS	2,1 Kilometer	65 Schichten bis in etwa 23 Kilometer Höhe	Deutschland sowie östlicher Teil der britischen Inseln, Teile Frankreichs, der gesamte Alpenbogen, großer Teil der Nordsee

Wartung und Reparaturarbeiten am Solar-
modul der DWD-Mess-
station Funtensee-Tal
durch Oliver Nitsche



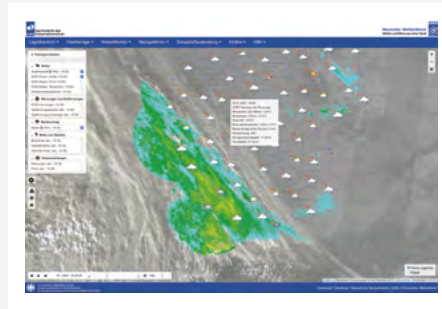


oben links

Zentrale Lageübersicht:
Auf einen Blick Erfassung verschiedener meteorologischer Gefährdungssituationen und Schnelleinstieg in die entsprechenden Monitore

oben rechts

Monitor zur dynamischen Visualisierung verschiedener meteorologischer Datensätze je nach Gefährdungslage und Kundenbedarf



FeWIS in neuem Gewand

Das **Feuerwehr-WetterInformationsSystem** FeWIS leistet als zentrales Werkzeug des DWD für Leitstellen, Feuerwehren und Lagezentren seinen Dienst und liefert im Unwetterfall kritische Lageinformationen direkt an mehr als 2.500 registrierte Stellen. Zum Jahresauftakt 2021 hat der DWD eine grundlegend überarbeitete Version des Katastrophenschutzportals bereitgestellt, die zahlreiche Neuerungen mit sich bringt.

Erneuerung des Katastrophenschutzportals

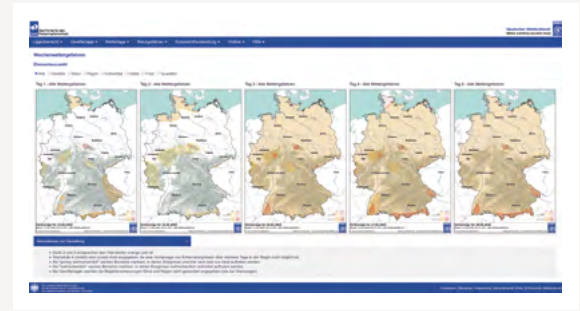
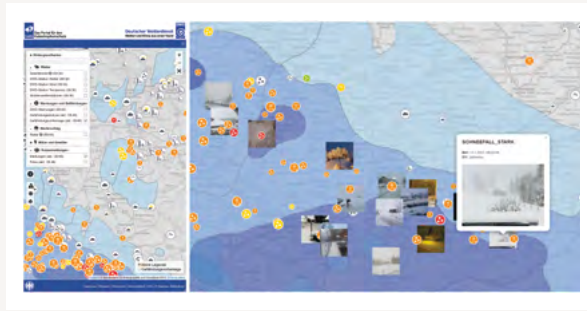
Mit dem FeWIS-Portal stellt der DWD schon seit über 18 Jahren maßgeschneiderte Wetterinformationen für den Katastrophenschutz bereit. Nach dem damaligen Stand der Technik ging FeWIS als interaktives Web-Portal auf Basis der bekannten Adobe-Flash-Technologie an den Start. Mit dem Auslaufen der Unterstützung von Flash zum Jahresende 2020 war entsprechend eine umfassende Überarbeitung notwendig, die bereits im Verlauf der letzten Jahre durch technische Prototypen und Betatests vorbereitet wurde.

Die Erneuerung von FeWIS brachte zahlreiche Chancen mit sich, das Portal auch jenseits der technologischen Überarbeitung weiterzuentwickeln. So wurde FeWIS in der neuen Version responsiv eingerichtet, was eine bruchfreie Nutzung auf Mobilgeräten möglich macht. Darüber hinaus wurden zahlreiche neue Datensätze eingebunden, unter anderem für den zentralen Gewittermonitor, der in sommerlich-konvektiven Gefahrenlagen zum Einsatz kommt. Der Katastrophenschutz kann außerdem nun erstmals direkt auf die Nutzermeldungen der DWD-WarnWetter-App zugreifen, um einen besseren Einblick in die Lage vor Ort und insbesondere die meteorologischen Auswirkungen zu gewinnen.

Da die meteorologischen Informationen im neuen FeWIS überwiegend durch standardisierte Geowebdienste bereitgestellt werden, können diese auch direkt in vorhandene Lagesysteme der Leitstellen integriert oder bei Bedarf weiterverarbeitet werden.

Zahlen und Fakten zu FeWIS

- Über 2.500 registrierte Stellen im Katastrophenschutz
- Über 100.000 individuelle Freischaltcodes für die DWD-WarnWetter-App
- Über 20 Millionen Seitenaufrufe pro Tag in Unwetterlagen



oben links

Winterliche Lage im responsiven Design: Nutzermeldungen aus der DWD-WarnWetter-App bieten den Katastrophenschützern neue Details zu Auswirkungen vor Ort.

oben rechts

Wochenwettergefahren: Gefährdungsübersicht für die kommenden fünf Tage für Lagezentren



oben

Naturgefahren im Blick: weitere wetterverbundene Gefahreninformationen sind direkt in FeWIS verfügbar.

Direkter Zugriff auf weitere Naturgefahren

Für Lagezentren und Leitstellen ist es entscheidend, Lageinformationen so schnell wie möglich verknüpfen zu können. Im Sinne eines Naturgefahren-Ansatzes werden in FeWIS bereits wetterverbundene Gefahreninformationen bereitgestellt. Dieses Angebot wurde vor kurzem für Pegelstände und Hochwasserinformationen so erweitert, dass die Informationen direkt in FeWIS zur Verfügung stehen.

Neueste Ergänzung sind Grafiken zu den erwarteten Wochenwettergefahren in Deutschland jeweils für die nächsten fünf Folgetage. Diese Lageübersicht wurde bisher bereits dem Gemeinsamen Melde- und Lagezentrum Bund und Länder (GMLZ) sowie dem Konzernlagezentrum der Deutschen Bahn zur Verfügung gestellt und kommt nun auf diesem Weg allen FeWIS-Nutzern zu gute.

FeWIS und WarnWetter-App

FeWIS wird hauptsächlich stationär als Instrument zur Koordination von Einsätzen und zur zielgerichteten Ressourcenplanung in Katastrophenschutzstäben, Leitstellen und Feuerwehren eingesetzt. Als Ergänzung zur schnellen Lageeinschätzung vor Ort und zum Eigenschutz kommt häufig die Vollversion der DWD-WarnWetter-App zum Einsatz. Für Mitglieder von Katastrophenschutz-einrichtungen ist die sonst kostenpflichtige Vollversion der DWD-WarnWetter-App entgeltfrei. Im Rahmen seines Auftrags im Katastrophen-, Bevölkerungs- und Umweltschutz hat der DWD schon über 100.000 registrierte Zugänge zur Nutzung der Vollversion bereitgestellt.

Die neuen Entwicklungen im zentralen Gewittermonitor in FeWIS konnten auch in die WarnWetter-App übertragen werden, so dass beide Systeme nun die identische Datengrundlage verwenden. Sie bieten damit eine optimale Informationsübersicht für den Katastrophenschutz.

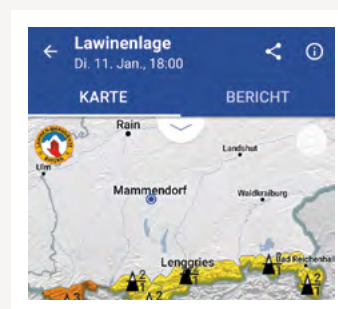
Enge Zusammenarbeit: Lawinenwarndienst Bayern und DWD

Dem Lawinenwarndienst Bayern (LWD) kommt seit mehr als einem halben Jahrhundert eine wichtige Rolle zu, wenn es darum geht, Gefahren durch Lawinen im Rahmen des vorbeugenden Katastrophenschutzes im bayerischen Alpenraum abzuwehren. Hierbei steht nicht nur die Sicherheit der Wintertouristen und des Wintersports im Fokus, sondern auch der Schutz der alpinen Bevölkerung und Infrastruktur.

unten

Oliver Nitsche und Peter Köhler besprechen und planen die Wartungsarbeiten im Bereich Funtensee im Nationalpark Berchtesgaden mit Blick auf das Kärlingerhaus.

Zentraler Baustein bei der Erfüllung dieser Aufgaben ist die Einschätzung der aktuellen Lawinenlage und insbesondere der Prognose und Entwicklung der Lawinenlage für die nächsten Tage. Darin zeigt sich unmittelbar der Bezug zum Wetter und damit zum Deutschen Wetterdienst. Ohne präzise Vorhersagen der Entwicklung von Temperatur, Art und Stärke der Niederschläge, Schneefallgrenze, Bewölkung, Einstrahlung, Windrichtung und -geschwindigkeit wäre eine qualitativ hochwertige Prognose der Entwicklung der Lawinensituation nicht in dem Maße möglich, wie sie gegenwärtig besteht.



oben

Beispiel der Darstellung einer Lawinenlage in der DWD-WarnWetter-App



Seit vielen Jahren besteht eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Lawinenwarndienst Bayern und dem DWD, vertreten durch die Regionale Wetterberatung (RWB) München. Die Leistungen umfassen während der Winterzeit die Übermittlung einer umfangreichen Palette von täglichen Vorhersageprodukten:

- Neun verschiedene höhen- und nach Regionen unterteilte hochaufgelöste Prognosen wichtiger Wetterparameter von den Allgäuer bis zu den Berchtesgadener Alpen
- Graphische Modellvorhersagen von Geopotential und Temperatur in 850 hPa (Abb. 1) mit 3-stündigen akkumulierten Niederschlagsmengen (Abb. 2)
- Seit 2018: 12- und 24-stündige deterministische und probabilistische Neuschnee-Punktterminprognosen (MOSMIX SNOW) für Messstationen des LWD
- Täglicher Wetterbericht für die bayerischen Alpen für die nächsten 24 Stunden (auch im Sommer) (Abb. 3)
- bei Bedarf im Winter telefonische Beratungen zwischen DWD und LWD

Abb. 1 und 2

Graphische Modellvorhersagen von Geopotential und Temperatur in 850 hPa (Abb. 1) mit dreistündigen akkumulierten Niederschlagsmengen (Abb. 2)



Abb. 1



Abb. 2

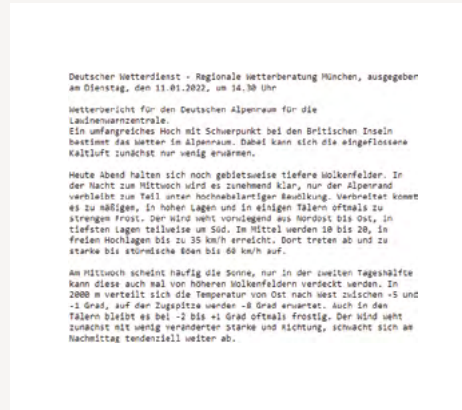


Abb. 3

Abb. 3

Beispiel eines täglichen Wetterberichts für die bayerischen Alpen für die nächsten 24 Stunden (auch im Sommer)

Die Zusammenarbeit zwischen DWD und LWD beinhaltet auch die Übermittlung und Bereitstellung der Messdaten von 17 Stationen des LWD. Diese haben für die Meteorolog:innen des DWD eine sehr große Bedeutung, denn sie unterstützen bei der Beurteilung und Entwicklung der Schneelage. Dabei stehen die Daten der LWD-Stationen direkt im meteorologischen Arbeitsplatzsystem des DWD, NinJo, zur Verfügung.

Die Daten und Prognosen des Lawinenwarndienstes Bayern sind nicht nur auf der Internetseite des LWD unter Startseite Winter (lawinenwarndienst-bayern.de) zu finden. Im Rahmen des Naturgefahren-Ansatzes der DWD-WarnWetter-App (Verbreitung von Hochwasser-, Pegel-, Sturmflut- und Lawineninformationen) wird die aktuelle Lawinenlage sowie der Wetterbericht für den bayerischen Alpenraum auch in der DWD-WarnWetter-App dargestellt.

Der DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“

Die Folgen des Klimawandels betreffen viele Politikfelder und Wirtschaftssektoren. Extremereignisse wie Hitzewellen, Dürren, Starkniederschläge oder ähnliches setzen Wirkungsketten in Gang, an deren Ende Aspekte der Daseinsvorsorge sowie der Sicherheit berührt sind. Die Bundesregierung adressiert diese Thematik im Rahmen der Umsetzung der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ (DAS), die im Dezember 2008 beschlossenen und im Jahr 2021 mit der Klimawirkungs- und Risikoanalyse (KWRA) fortgeschrieben wurde.

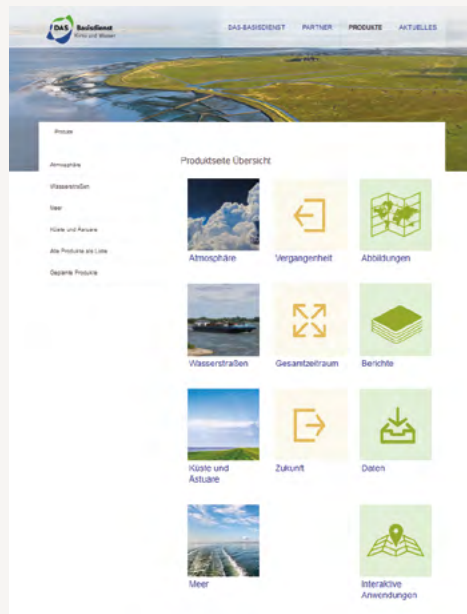
Für die Anpassung des Verkehrssystems an die Auswirkungen des Klimawandels und an extreme Wetterereignisse, aber auch für viele weitere Handlungsfelder der DAS, werden fortlaufend aktuelle und belastbare Datengrundlagen und Informationen für klimatologische, ozeanographische und hydrologische Parameter für Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, sowie daraus abgeleitete operationelle Dienstleistungen benötigt. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) hat deshalb am 20. November 2020 den DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ eingerichtet. Hierin sind neue Daueraufgaben im Kontext DAS-Unterstützung bei den BMDV-Bundesoberbehörden DWD, Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) angesiedelt.

Mit dem DAS-Basisdienst steht ein operationeller Klimageservice für die Themen Klima und Wasser zur Beratung und Datenbereitstellung im Rahmen der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland zur Verfügung. Ziel ist das dauerhafte Angebot von aktuellen qualitätsgesicherten Daten, Auswertungen und Beratungsleistungen zum Klimawandel in Deutschland. Der DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ stellt einheitliche und kohärente Informationen für Anwenderinnen und Anwender aus dem Bereich Verkehr und aus anderen Bereichen wie z. B. Wasser- und Energiewirtschaft, Bauwesen, Küsten-, Meeres- und Bevölkerungsschutz zur Verfügung. Mithilfe dieser Daten können die Wirkungen des Klimawandels bewertet und Anpassungsoptionen erarbeitet werden und somit unter anderem eine Grundlage zur Sicherstellung einer klimaresilienten und nachhaltig nutzbaren Infrastruktur geschaffen werden. Im DAS-Basisdienst „Klima und Wasser“ wird die Informationskette von den Grundlagendaten zum Klimageschehen, über Wirkmodellierung bis hin zu den angebotenen Produkten weiter verfeinert.

rechts

Eis nach Hochwasser





Die Nutzerinnen und Nutzer finden auf der Webseite (www.das-basisdienst.de) des DAS-Basisdienstes „Klima und Wasser“ zahlreiche Produkte der vier beteiligten Behörden zum Thema Anpassung an den Klimawandel. Darüber hinaus gibt es Hintergrundinformationen zum Dienst, weiterführende Links und die Beratungsteams der beteiligten Behörden werden mit Kontaktangaben vorgestellt. In Zukunft wird das Angebot des DAS-Basisdienstes und somit auch die Webseite durch weitere Produkte aller beteiligten Behörden ergänzt. Ein Newsletter ist in Vorbereitung, um regelmäßig über Neuerungen zu informieren. Der fortlaufende Austausch mit Nutzerinnen und Nutzern ist von zentraler Bedeutung, um durch Wünsche oder Anregungen die Ausrichtung der Produktentwicklung mitgestalten zu können.

Kontakt: das-basisdienst@dwd.de



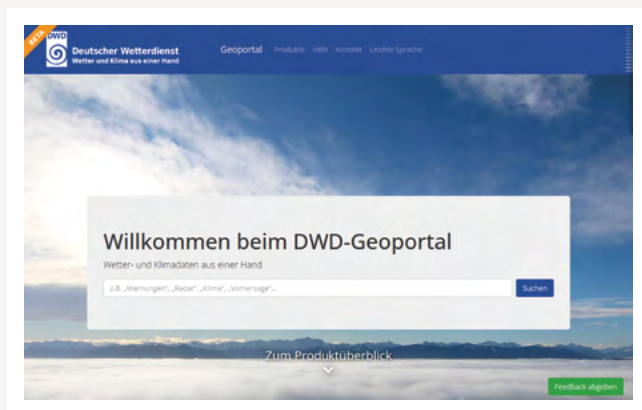
unten

Oliver Nitsche und Peter Köhler nehmen eine Vergleichsmessung an der Station Trischübel des Nationalparks Berchtesgaden in 1.762 m Höhe in Betrieb.

oben

Produktkategorien auf der DAS-Basisdienst Webseite





oben

Das DWD-Geoportal heißt Besucherinnen und Besucher willkommen. Die Suchleiste ist das zentrale Element der Startseite. Weiter unten sind Produkte je

nach Zeithorizont von Klimaarchiv bis Vorhersage zugänglich. Mit dem Knopf unten rechts kann Feedback zum Portal an den DWD gesendet werden.

Das DWD-Geoportal – Open-Data-Angebot des DWD wird optimiert

Open Data spielt eine zunehmend wichtige Rolle im Bereich Wetter und Klima. Im Einklang mit seinem gesetzlichen Auftrag stellt der Deutsche Wetterdienst Wetter- und Klimadaten der Öffentlichkeit entgeltfrei und zur freien Verwendung zur Verfügung. Einstiegspunkt für das Open-Data-Angebot des DWD war seit 2017 ein Fileserver mit einfacher Verzeichnisstruktur, ergänzt durch öffentliche Webseiten und verschiedene Portale. Mit dem neuen DWD-Geoportal wurde nun ein zentraler öffentlicher und moderner Zugang zum gesamten Open-Data-Angebot des DWD geschaffen.

Das DWD-Geoportal ist im November 2021 mit der Webseite <https://dwd-geoportal.de> in die öffentliche Testphase gestartet. Das Open-Data-Angebot des DWD kann im Geoportal erkundet, durchsucht und flexibel nach fachlichen Parametern gefiltert werden. Auf den Produktseiten stehen Informationen, Metadaten, Download-Optionen und Vorschau-Bilder zur Verfügung. Sowohl Kundinnen und Kunden als auch Kundendienst und Fachabteilungen des DWD erhalten hiermit einen besseren Überblick über vorhandene Open-Data-Inhalte und können das Angebot spezifischer durchsuchen und nutzen beziehungsweise Support leisten.

Abb. 1

Auf der Suchergebnisseite werden mehrere Kacheln mit passenden Produkten präsentiert. In der Leiste links können Filter verwendet werden, um die Suchergebnisse weiter einzuschränken.

Abb. 2

Auf den Produktseiten werden Informationen gelistet und der Download der Daten zugänglich gemacht. Für viele Produkte kann eine interaktive Vorschau aktiviert werden.



Abb. 1



Abb. 2

Während der laufenden öffentlichen Testphase wird Feedback von Nutzerinnen und Nutzern, besonders zur Übersichtlichkeit und intuitiven Handhabung, zum Funktionsumfang und zu den verfügbaren Produktseiten ausgewertet. Die Produktseiten werden kontinuierlich ergänzt, um den Inhalt des Open-Data-Fileservers widerzuspiegeln. Doch auch weitere Open-Data-Quellen des Deutschen Wetterdienstes werden über die Produktseiten vernetzt, so beispielsweise Produkte auf dem DWD-GeoServer, im Climate Data Center, auf öffentlichen DWD-Webseiten und im WIS-Portal des DWD. Das DWD-Geoportal bildet damit in Zukunft einen umfassenden Open-Data-Katalog des Deutschen Wetterdienstes.

Oliver Nitsche führt eine technische Überprüfung der Vergleichsmessung an der Station Trischübel des Nationalparks Berchtesgaden in 1.762 m Höhe aus.



Studie der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“: Veränderte Niederschläge beeinflussen Einsatzgeschehen und urbane Lebensräume

Erkenntnisse über die Häufigkeit und Ausprägung extremer Niederschlagsereignisse sind sowohl für den Bevölkerungsschutz und die Katastrophenvorsorge als auch für die Stadt- und Raumplanung in Deutschland von großer Bedeutung, insbesondere vor dem Hintergrund eines voranschreitenden Klimawandels. In Kooperation mit den Partnern der Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“ hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) ein Projekt zur „Klassifikation meteorologischer Extremereignisse zur Risikovorsorge gegenüber Starkregen für den Bevölkerungsschutz und die Stadtentwicklung (KlamEx)“ erfolgreich abgeschlossen.

Neben dem DWD gehören das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), die Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und das Umweltbundesamt (UBA) zur Behördenallianz. Die Ergebnisse wurden im August 2021 im Rahmen einer Pressekonferenz in der DWD-Zentrale vorgestellt. Erstmals fand eine solche Pressekonferenz beim DWD in hybrider Form statt, so dass Medienvertreter:innen aus ganz Deutschland virtuell teilnahmen.

Starkregen wird zunehmend zu einer Herausforderung

Auf Grundlage der radarbasierten Niederschlagsklimatologie RADKLIM des DWD entstand ein Katalog extremer Niederschlagsereignisse in Deutschland für die Zeit ab 2001. Die Datensammlung beinhaltet meteorologische Informationen sowie geografische und demografische Attribute des Ereignisorts, die die potenzielle Schädigung eines meteorologischen Ereignisses maßgeblich mitbestimmen. Zudem enthalten die Daten Einsatzzahlen von Feuerwehren. Mit der Analyse von Ereignishäufigkeiten wurden regionale Verbreitungsmuster und Hotspots von Stark- und Dauerregenereignissen der letzten 20 Jahre ermittelt (Abbildung 1).

Abb. 1

Räumliche Verteilung der Starkregenereignisse und Dauerregenereignisse der Jahre 2001 bis 2020, die die Warnstufe 3 des DWD für Unwetter überschritten haben. Links die Ereignisse mit typischerweise lokalen konvektiven Niederschlägen kurzer Andauer mit Dauerstufen bis 9 h; rechts die Ereignisse mit typischerweise großflächigen

langanhaltenden Niederschlägen mit Dauerstufen ab 12 h. Die charakteristische Dauerstufe bezeichnet dabei im neuen Ereigniskatalog die Phase eines Ereignisses, in der die Niederschlagsintensität und die betroffene Fläche zusammen betrachtet eine maximale Ausprägung besitzen.

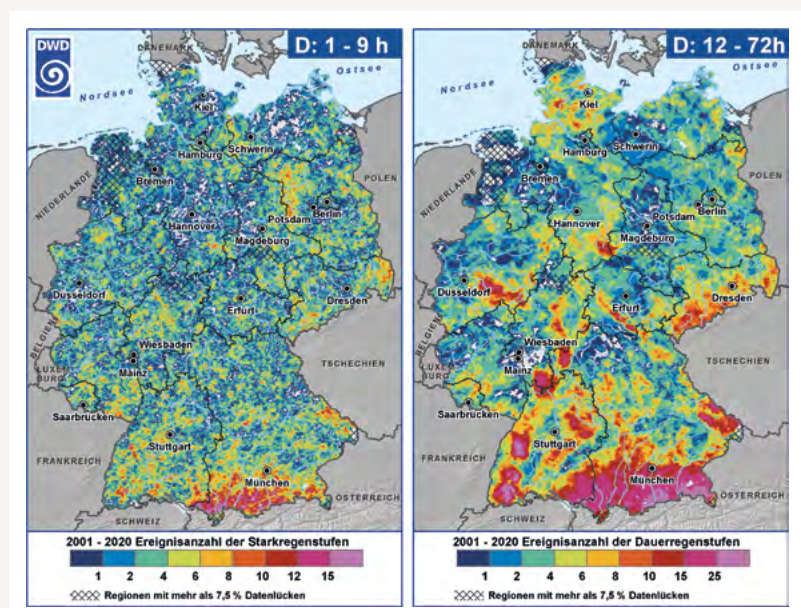


Abb. 1



oben

Station des Nationalparks Berchtesgaden am Watzmann Grat: Die Station liegt in 2.650 m Höhe und ist damit nur schwer zugänglich.

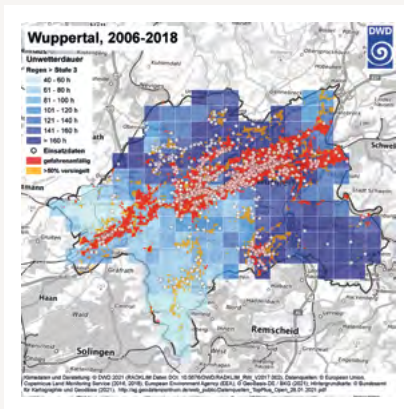


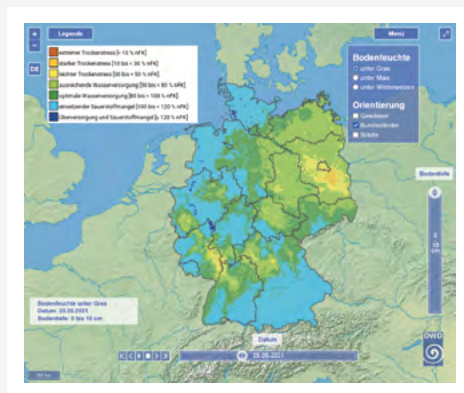
Abb. 2

Abb. 2

Analyse des Zusammenhangs zwischen geografischen und demografischen Eigenschaften des Stadtgebiets, der Niederschlagsklimatologie und Einsatzdaten der Feuerwehr für die Stadt Wuppertal

KlamEx hat gezeigt: Wenngleich Starkregen überall in Deutschland auftritt, ist die konkrete Gefahr entscheidend von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Denn nicht jedes über einem besiedelten Gebiet auftretende Ereignis löst auch Schäden und daraus folgende Einsätze aus. Als maßgebende Faktoren, wo sich Einsatzstellen herausbilden, wurden die lokale Topografie und der Urbanisierungsgrad identifiziert. Einsatzorte der Feuerwehren liegen demnach signifikant häufiger in Senken sowie an Orten mit einem hohen Maß an Besiedelung und Flächenversiegelung (Abbildung 2). Die Ergebnisse deuten weiterhin darauf hin, dass die extremen Starkregen kurzer Dauer mit steigenden Temperaturen, wie sie im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind, deutlich großflächiger und etwas intensiver werden. Dies führt wiederum zu einer potenziell höheren Schädigung der Ereignisse.

Fazit: Starkregen wird zunehmend zu einer Herausforderung für den Bevölkerungsschutz und die Katastrophenvorsorge sowie die Stadt- und Raumplanung. Es muss jetzt in Klimaschutz und Klimaanpassung investiert werden, insbesondere in die klimagerechte und wassersensible Umgestaltung der Städte, um vor den katastrophalen Folgen kommender Extremereignisse besser geschützt zu sein.

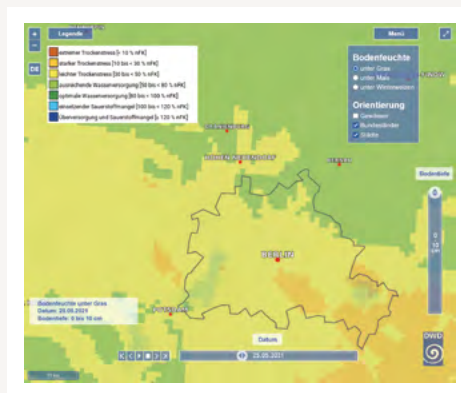


links

Screenshot der Anwendung Bodenfeuchteviewer: Er zeigt die Hauptkomponenten Menü, Legenden, Schieberegler für die Auswahl des Datums und Schieberegler für die Auswahl der Bodentiefe.

rechts

Im Bodenfeuchteviewer besteht die Möglichkeit, in Regionen zu zoomen. Die Abbildung zeigt die gewählte Bodensituation in der Region Berlin am 25. Mai 2021 unter Gras.



Bodenfeuchteviewer: Online-Überwachung der Bodenfeuchte in Deutschland

Mit dem neuen Bodenfeuchteviewer unterstützt der Deutsche Wetterdienst (DWD) Arbeitsabläufe in der Land- und Forstwirtschaft. Die im Boden für das Pflanzenwachstum verfügbare Feuchtigkeit hat in der Land- und Forstwirtschaft, aber auch bei Gärtnern, einen erheblichen Einfluss auf die Arbeitsabläufe und Erträge. Ist der Boden zu trocken, muss oft beregnet werden. Sind die Felder mit Wasser gesättigt, kann das die maschinelle Bearbeitung erschweren.

Dürren führen immer wieder zu massiven Rückgängen der Erträge. Ausgetrocknete Waldböden können Bäume absterben lassen oder die Waldbrandgefahr verschärfen. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) stellt deshalb allen Betroffenen und Interessierten ab sofort mit seinem neuen Bodenfeuchteviewer alle verfügbaren Informationen zur Bodenfeuchte in Deutschland online und kostenfrei zur Verfügung. Das neue Webportal ermöglicht, schnell und einfach detaillierte Fakten zur Bodenfeuchtesituation und Trockenheit in Deutschland auf der Internetseite des nationalen Wetterdienstes unter www.dwd.de/bodenfeuchteviewer selbst zu recherchieren.

Der Bodenfeuchteviewer wird vom DWD täglich aktualisiert. Die Nutzerinnen und Nutzer können sich einen deutschlandweiten Überblick verschaffen, aber in einzelne Regionen mit einer Auflösung bis zu einem Kilometer zoomen oder beliebige Orte anklicken. Neben verschiedenen Kartendarstellungen zum Niederschlag oder dem aktuellen Bodenwasservorrat bietet das Webportal des DWD auch die Möglichkeit, detaillierte Informationen zur Bodenfeuchte auszulesen. So kann deren flächenhafter Verlauf in verschiedenen Tiefen über das vergangene Jahr oder auch das Bodenfeuchteprofil bis 200 cm Tiefe des vergangenen Monats angezeigt werden.



oben

Station Trischübel des Nationalparks Berchtesgaden in 1.762 m Höhe; im Hintergrund (rechts) ist noch eine mechanische Windmessung des DWD zu sehen.



oben

Bodenfeuchteprofil unter Gras für die zurückliegenden vier Wochen vom 25.4. bis 25.5.2021 und bis zu 200 cm Tiefe für den Standort Berlin.

Das Wasserangebot im Boden kann bei verschiedenen Kulturen zur gleichen Zeit sehr unterschiedlich sein. So wird Mais im Vergleich zu Winterweizen sehr viel später gesät und zieht deshalb noch viel Wasser aus dem Boden, wenn das Wintergetreide bereits abgeerntet ist. Der DWD bietet deshalb an, über ein Menü zwischen den Kulturen Gras, Mais und Winterweizen auszuwählen.

Die wichtigsten Informationen des neuen Bodenfeuchteviewers auf einen Blick

- Zeitlicher Verlauf der Bodenfeuchte (bis ein Jahr zurück über einen Schieberegler)
- Verlauf der Bodenfeuchte in der Tiefe (bis 200 cm)
- Bodenfeuchte unter unterschiedlichen landwirtschaftlichen Kulturen
- Bodenfeuchteprofil für einen beliebigen Ort (ab eingestelltem Datum 30 Tage zurück)
- Bodenfeuchteanalyse
- Bodenwasser
- Niederschlagsanalyse
- Bodenfeuchtebericht
- Links zu weiteren DWD-Seiten über Bodenfeuchte, Trockenheit und Dürre

Enteisung von Messgeräten auf Bergstationen

Der DWD betreibt bundesweit 180 hauptamtliche Bodenmessstationen. Bei rund einem Dutzend dieser Stationen stellt der Betrieb der hochpräzisen Messgeräte in den Wintermonaten eine besondere Herausforderung dar. An den höher gelegenen Standorten wie in den Mittelgebirgen und in den Alpen herrschen dann vermehrt Idealbedingungen für Nebelfrostablagerungen – hohe Luftfeuchtigkeit und Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes. Im ungünstigsten Fall treibt dann noch ein Wind die Wärme aus den Messgeräten. Diesen Windchill-Effekt verspüren insbesondere die optischen und akustischen Messgeräte, deren Oberflächen für die Messungen schnee- und eisfrei sein müssen. Von den zehn typischerweise erfassten Parametern betrifft das vor allem die meteorologischen Größen für Niederschlagsdauer, Niederschlagsart, Sichtweite und Schneehöhe.

Aufgrund der geringen Stückzahlen sind auf dem ohnehin übersichtlichen Markt für meteorologische Messgeräte keine für diese Anforderungen vorgesehenen Instrumente verfügbar. Vor diesem Hintergrund wurde im Juli 2019 beim DWD die Task Force „Enteisung Bergstationen“ gegründet. Ziel: Erhöhung der Datenverfügbarkeiten auf Bergstationen. Ein Team aus allen Geschäftsbereichen des DWD erarbeitete im Erfahrungsaustausch mit Kolleg:innen des österreichischen Wetterdienstes ZAMG technische Lösungsansätze und verifizierte deren Wirksamkeit. Und welcher Ort ist für solche Erprobungen, wohl besser geeignet als die Zugspitze? Dort herrschen bis zu elf Monate im Jahr winterliche Bedingungen. Zudem führt dort ein engagiertes Team von DWD-Mitarbeitenden an der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus Sonderaufgaben für Atmosphärenforschungen des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg des DWD durch und konnte so kontinuierlich wertvolle Rückmeldungen geben.

Nachdem bei den Erprobungen mit Zusatzheizungen und Oberflächenmodifikationen für die Messgeräte der Sichtweite, Niederschlagsdauer und Niederschlagsart an der Zugspitze die ersten signifikanten Fortschritte erreicht wurden, erfolgte zum Winter 2020/2021 die Adaption auf dem Brocken. Zur positiven Überraschung verhielten sich die drei Messgeräte genauso, teils sogar besser, als auf der Zugspitze – trotz der auf dem Brocken in der Regel deutlich höher verzeichneten Eisablagerungen.

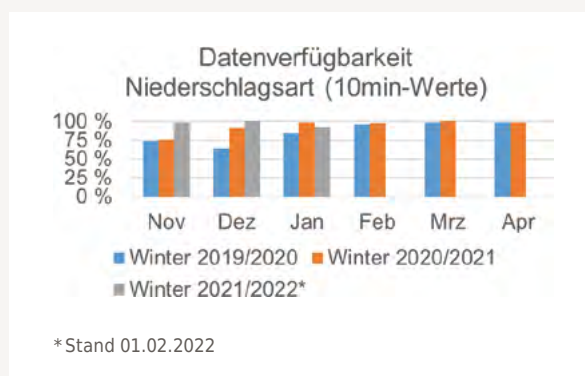
Parameter

1	Atmosphärischer Luftdruck
2	relative Luftfeuchte
3	Lufttemperatur
4	Niederschlagsdauer
5	Niederschlagsmenge
6	Niederschlagsart
7	Schneehöhe
8	Sichtweite
9	Windrichtung und -geschwindigkeit
10	Höhe Wolkenuntergrenze

unten

Beispielsweise in zwei Monaten der Winter 2019/2020 und 2020/2021 konnten den Kunden nur etwa 75 Prozent der Messwerte für die Niederschlagsart

an der Wetterstation Brocken zur Verfügung gestellt werden. Mit der Optimierung der Sensorik hat sich die Datenverfügbarkeit deutlich erhöht.





oben links

Wetterstation Zugspitze auf Deutschlands höchstem Berg

oben rechts

DWD-Techniker Holger Heine (hinten) und Stefan Lünser (vorne) bei der routinemäßigen Wartung an der Wetterstation Brocken

Parallel erfolgten auf dem Feldberg (Schwarzwald), Fichtelberg, Großen Arber und am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg umfassende Erprobungen, um die Schneehöhenmessgeräte zu ertüchtigen. Über ein beheiztes Rohr findet nun der Laser auch bei widrigen Bedingungen den Weg zum Schneeblatt und zwar ohne, dass ihm ein Eisblock die Sicht versperrt. Auf dem Brocken wird die Schneehöhe seit Herbst 2021 automatisiert gemessen. Im Winter 2021/2022 bedeutet das für die Techniker:innen regelmäßiges Optimieren der Technik vor Ort. Ähnlich mühsam wie der Gang durch die winterlichen Schneeverwehungen am höchsten Berg Norddeutschlands gestaltet es sich, die Schneehöhe kontinuierlich mit hoher Qualität zu messen.

Nach guten Datenverfügbarkeiten von 93 bis 97 Prozent in den Monaten Oktober bis Dezember zeigte sich im Januar 2022, dass am Brocken auch die stählernen Geräteträger hinsichtlich der Eisablagerungen optimiert werden müssen. Das Messgerät verschwand für mehrere Tage unter einem 50 cm starkem Eispanzer. An den vier vorgenannten Stationen gelang seit 2019 eine Erhöhung der Datenverfügbarkeit auf 95 Prozent. Im Sinne des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses wird das gesammelte Wissen auch künftig, beispielsweise beim nächsten Generationswechsel eines Messgerätes, immer wieder zum Tragen kommen und weiterwachsen.



Abb. 1



Abb. 2

Abb. 1

Schneehöhemessung unter widrigen Umständen: Über ein beheiztes Rohr findet der Laser seinen Weg zum Schneeblatt.

Abb. 2

DWD-Techniker Holger Heine beim Serviceeinsatz an der Wetterstation Brocken



links

Beispiel einer Driftboje („Innenleben“), wie sie von der Fregatte BAYERN ausgesetzt wurden.

rechts

Anlieferung der Driftbojen zur Fregatte BAYERN



Driftbojen verstärken maritimes Messnetz

Am 2. August 2021 lief die Fregatte BAYERN der deutschen Marine von Wilhelmshaven in Richtung Indo-Pazifik aus. Mit an Bord: 15 Driftbojen, die meteorologische und ozeanographische Parameter erfassen können. Die Bojen sollen im Indo-Pazifik zwischen dem Horn von Afrika und Australien ausgebracht werden, um das Messnetz dort wieder zu verstärken, das wegen fehlender Schiffsreisen während der Covid19-Pandemie stark beeinträchtigt war und teils noch immer ist. Die erste dieser Bojen wurde am 14. September 2021, beim Überfahren des 14. nördlichen Breitengrades im indischen Ozean planmäßig ausgesetzt.

Sowohl der DWD als auch die Marine betreiben einen sogenannten meteorologischen Hafendienst. Beide Dienste sind für die meteorologische Datenerfassung auf See zuständig und arbeiten schon seit Jahrzehnten eng zusammen. Die Marine informierte den DWD über die anstehende Reise der Fregatte BAYERN, woraufhin gemeinsam etwaige Möglichkeiten ausgelotet wurden, um die meteorologische Datenerfassung auf See weiter zu optimieren. Ähnlich wie beim Bodenmessnetz, das die Mitglieder der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) international koordinieren, gibt es auch ein global koordiniertes Bojenmessnetz. Zuständig ist hierfür das Data Buoy Cooperation Panel (DBCP) der WMO und der Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC in der UNESCO). Da durch die Covid-Pandemie gerade im Indo-Pazifik, dem Zielgewässer der BAYERN, nicht ausreichend Schiffskapazitäten zur Pflege des Bojenetzwerkes verfügbar waren, ist das Netzwerk dort teils schon stark ausgedünnt.

Die Bojen sind autonom arbeitende Geräte, die gut 2,5 Jahre lang Parameter wie Luftdruck, Oberflächentemperatur des Meeres sowie Strömungen (als Ableitung der Positionen über die Zeit) und teils auch Wellen erfassen und automatisiert über Satellit versenden. So können die Daten unmittelbar ins Global Telecommunication System (GTS) der WMO zum weltweiten Austausch meteorologischer Daten eingespeist werden.

Deutsche Atmosphärenforschung wird deutlich ausgebaut

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) gehört zu insgesamt elf Einrichtungen in Deutschland, die sich an der neuen Infrastruktur zur Erforschung von Feinstaubpartikeln, Wolken und Spurengasen beteiligen. Dieser deutsche Beitrag zur EU-Forschungsinfrastruktur ACTRIS wird künftig bessere Vorhersagen für Luftqualität, Wetter und Klima ermöglichen. Der Aufbau der Infrastruktur wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in den kommenden acht Jahren mit insgesamt 86 Millionen Euro gefördert. In ACTRIS-D arbeiten Akteur:innen der deutschen Atmosphärenforschung zusammen – darunter Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Behörden, zu denen auch der DWD gehört. Koordiniert wird der deutsche Teil der europäischen Forschungsinfrastruktur durch das Leibniz-Institut für Troposphärenforschung (TROPOS) in Leipzig.

Kurzlebige Bestandteile der Atmosphäre im Fokus

Die neue Forschungsinfrastruktur wird Daten zu den kurzlebigen Bestandteilen der Atmosphäre vom Boden bis in die Stratosphäre liefern. Sie wird helfen, die Unsicherheiten in der Vorhersage des zukünftigen Klimas zu reduzieren, das Wissen über Klima-Rückkopplungsmechanismen zu verbessern sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität und deren Auswirkungen auf Gesundheit und Ökosysteme zu bewerten.

Beteiligung DWD

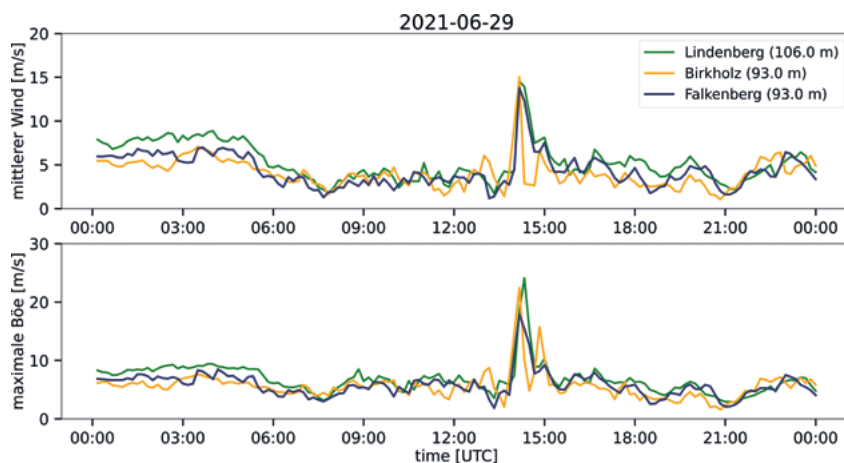
Das Kürzel ACTRIS steht für **A**erosol, **C**louds and **T**race Gases **R**esearch **I**nfra**S**tructure – eine Forschungsinfrastruktur für Aerosole (Feinstaubpartikel), Wolken und Spurengase (sogenannte kurzlebige Klimatreiber, englisch: „short lived climate forcers“, SLCF). Jedes dieser Themen wird sowohl über Beobachtungen am Boden als auch über bodengestützte Fernerkundung, komplementär zu Satelliten, bearbeitet. Daraus ergeben sich dann insgesamt sechs Arbeitsfelder, für die sechs sogenannte Zentrale Einrichtungen (Topical Centres) ein standardisiertes Qualitätsmanagement vorgeben und Weiterentwicklungen vorantreiben. Ziele sind vergleichbare Messungen in Europa, Verfügbarkeit der Daten und modernste Messtechnik.

In Deutschland werden Beiträge (Units) zu diesen sechs Topical Centres von renommierten wissenschaftlichen Institutionen geleistet. Dazu gehört auch das Meteorologische Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) des DWD mit Units in den Topical Centres Aerosol Fernerkundung sowie Bodenmessungen für reaktive Spurengase. Sowohl MOHp als auch die zweite DWD-Forschungseinrichtung, das Meteorologische Observatorium Lindenberg/Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO), fungieren zudem als Beobachtungsstationen in den Bereichen Aerosol (Boden und Fernerkundung), reaktive Spurengase (MOHp) und Wolken (MOL-RAO). Damit werden die umfangreichen Beobachtungsprogramme der Observatorien um ACTRIS-Aufgaben dauerhaft erweitert.

unten

Die beiden Observatorien des DWD auf dem Hohen Peißenberg (rechts) und in Lindenberg (links) gehören zum Netz der europäischen Forschungsinfrastruktur ACTRIS.





Kleinräumigen Wetterereignissen auf der Spur

Das Wetter ist warm und sonnig, plötzlich kommt ein Gewitter auf. Die Luft kühlt sich deutlich ab und starke Windböen treten auf, aber nach ein paar Minuten ist der Spuk vorbei. Die Sonne scheint wieder und der Wind ist kaum spürbar. Meistens ist dabei nur ein sehr kleines Gebiet betroffen und trotzdem können große Schäden entstehen. Mit den derzeitigen Bodenmesssystemen sind diese Wetterphänomene kaum zu erfassen. Um sie zu erforschen und besser vorherzusagen, fand von Mitte Mai bis Ende August 2021 ein größeres Feldexperiment am Meteorologischen Observatorium Lindenberg/Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO) des DWD gemeinsam mit zahlreichen Partnern statt. Initiiert hatte die Kampagne das Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung (HERZ). Ursprünglich hatte sie bereits 2020 stattfinden sollen, musste wegen der Corona-Pandemie aber um ein Jahr verschoben werden.

Das Besondere an dieser Messkampagne mit dem Namen FESSTVaL (Field Experiment on Submesoscale Spatio-Temporal Variability in Lindenberg) war die hohe Dichte der durchgeführten Bodenmessungen mit etwa 80 Messstellen für Temperatur und Luftdruck, 20 kleinen Wetterstationen und zehn Doppler-Lidar Systemen für Messungen des Windprofils und von Turbulenzvariablen bis in mehrere Kilometer Höhe. Zusätzlich waren ferngesteuerte Kleinflugzeuge und Drohnen im Einsatz. Außerdem wurde extra für diese Kampagne ein Bürgermessnetz eingerichtet. Rund 70 selbst entworfene Wetterstationen mit Bauteilen aus dem 3D-Drucker der Freien Universität (FU) Berlin lieferten Daten. Die Stationen wurden von engagierten Bürger:innen im Umfeld des Observatoriums zusammengebaut, aufgestellt und betreut.

oben

Zeitreihen des Windes aus Doppler-Lidar-Messungen in etwa 90 m Höhe an den jeweils ca. 5 km voneinander entfernten Standorten Falkenberg (blau), Birkholz (gelb) und Lindenberg (grün) vom

29. Juni 2021: Zu sehen ist eine starke Zunahme der mittleren Windgeschwindigkeit (oben) und der maximalen Böen (unten) während Cold Pool „Jogi“ gegen 14 Uhr UTC.

Im Umkreis von 20 Kilometer um das MOL-RAO wurden die physikalischen Prozesse genauer erfasst, die Abstände der einzelnen Messstellen lagen zwischen zehn Metern und einigen Kilometern. Das Hauptinteresse der Wissenschaftler:innen in Verbindung mit Konvektion und Gewittern richtete sich auf die Strukturen in der atmosphärischen Grenzschicht (bis 1-2 km Höhe), Kaltluftausflüsse (sogenannte Cold Pools) und Windböen. Die Erkenntnisse werden unter anderem dazu dienen, die Darstellung solcher kleinräumigen Prozesse in den Modellen der numerischen Wettervorhersage zu verbessern.



oben

Aufstieg zu den DWD-Messstationen über ein Schneefeld: Oliver Nitsche hat die Schneeschuhe im Gepäck, die in größerer Höhe für den weiteren Weg zu den Stationen benötigt werden.

rechts

Die acht an FESSTVaL beteiligten „Streamline“-Doppler-Lidar-Systeme auf dem Grenzsichtmessfeld Falkenberg



Bisheriges Fazit zur Kampagne: Zu allen thematischen Schwerpunkten (Cold Pools, Windböen, konvektive Strukturen) konnten Phänomene beobachtet und umfangreiche Datensätze aufgezeichnet werden. Ein zentrales Ziel war es, dieselben Ereignisse in den verschiedenen Datensätzen zu identifizieren und dadurch aus unterschiedlichen Blickwinkeln umfassend beschreiben zu können. Noch während der Kampagne wurden erste Daten für Modellrechnungen mit dem Wettervorhersagesystem ICON des DWD verwendet. Begleitend zu FESSTVaL fanden montags Online-Vorlesungen zu den Themenschwerpunkten des Experimentes und zu den eingesetzten Messverfahren statt, die sich großer, auch internationaler Resonanz in Wissenschaftskreisen erfreuten. Die wissenschaftliche Analyse der Daten ist noch nicht abgeschlossen.

Weitere Informationen zur Kampagne sind unter www.hans-ertel-zentrum.de sowie unter <https://fesstval.de> verfügbar.

Neben dem DWD nahmen folgende Partner an der FESSTVaL-Kampagne teil:

- Max-Planck-Institute für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg und für Bildungsforschung in Berlin
- die Universitäten Berlin (FU, TU), Bonn, Frankfurt am Main, Hamburg, Hamburg-Harburg (TU), Köln und Tübingen
- das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Campus Alpin
- das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Oberpfaffenhofen
- das Umweltforschungszentrum (UFZ), Leipzig
- die Universität Wageningen (Niederlande)
- das Finnische Meteorologische Institut Helsinki (Finnland)
- die Firmen METEK GmbH (Elmshorn, Deutschland) und LRTEch Inc. (Kanada)

Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

Ziel der WMO mit ihrer Reform im Jahr 2019 war es, Entscheidungen schneller zu treffen. Dies wurde nun erstmalig umgesetzt: Beschlüsse, die in den vergangenen beiden Jahren vorbereitet worden waren, wurden bereits beim außerordentlichen Kongress im Oktober 2021 diskutiert. Dadurch konnten drei wesentliche und zusammenhängende WMO-Vorhaben bei diesem Kongress, der zum ersten Mal virtuell stattfand und von DWD- und WMO-Präsidenten Prof. Dr. Gerhard Adrian geleitet wurde, bereits verabschiedet werden: Das Global Basic Observation Network (GBON), das neue Standards für die in-situ Klima- und Wetterbeobachtung definiert, die neue WMO-Datenpolitik zum internationalen Austausch von Erdsystemdaten sowie die damit eng verknüpfte Systematic Observations Financing Facility (SOFF), ein Finanzierungsmechanismus, um Kapazitätsdefizite in der Wetterbeobachtung in Entwicklungsländern zu verringern.

Die Resolution zur WMO-Datenpolitik betrifft eine Kernaufgabe der WMO und ist damit eines der wichtigsten Vorhaben seit Jahrzehnten. Sie soll den freien und uneingeschränkten Datenaustausch von Erdsystemdaten weiterhin garantieren, gleichzeitig erweitern und verbessern. GBON ist ein Teil der neuen Datenpolitik und soll vor allem die zeitliche und räumliche Auflösung der in-situ Beobachtungen verbessern. SOFF soll dies durch finanzielle und vor allem nachhaltige Hilfe bei der Implementierung und auch beim Monitoring unterstützen. Hiervon profitieren zunächst nur die am wenigsten entwickelten Länder.

unten

Umbau an der alten DWD-Station in St. Bartholomä am Königsee: Die Station wurde aus naturschutzrechtlichen Gründen inzwischen aus der Feuchtwiese an

die Informationsstelle des Nationalparks Berchtesgaden auf St. Bartholomä in einer Höhe von 616 m Höhe verlegt.



rechts

v.l.n.r.: Viktor Haase (Leiter der Abteilung Nachhaltige Entwicklung, Klimawandel, Umweltwirtschaft im Umweltministerium Nordrhein-Westfalen), Dr. Daniel Gellens (Präsident des EZMW-

Rats), Dr. Florence Rabier (Generaldirektorin EZMW), Prof. Dr. Gerhard Adrian (DWD- und WMO-Präsident), Dr. Ursula Sautter (Bürgermeisterin Stadt Bonn)



Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW)

Bei seiner Sitzung im Dezember 2020 hatte sich der Rat des EZMW neben Reading und Bologna für Bonn als dritten Standort entschieden. Von Bonn aus werden die Aufgaben ausgeführt, die das EZMW im Rahmen des EU-Erdbeobachtungsprogramms Copernicus, von Destination Earth und anderer EU-finanzierter Programme übernommen hat und noch übernimmt.

Während der Hauptsitz des EZMW in Großbritannien verbleibt, haben bereits im August 2021 die ersten Mitarbeitenden an einem temporären Standort in Räumlichkeiten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) ihre Arbeit in Bonn aufgenommen. Ende 2026 soll das dauerhafte Domizil in einem Neubau im internationalen Viertel Bonns bezogen werden. Der Standort in der ehemaligen Bundeshauptstadt ermöglicht dem EZMW eine enge Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen in der Region und in ganz Deutschland. Das Zentrum wird insbesondere mit dem Center for Earth System Observations and Computational Analysis (CESOC) zusammenarbeiten, das die Forschungen der Universitäten Bonn und Köln sowie des Forschungszentrums Jülich integriert.

Offiziell eröffnet wurde die neue (temporäre) Niederlassung des EZMW in Bonn am 13. September 2021 in Anwesenheit hochrangiger Vertreter des EZMW, des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) und des DWD. Einen Tag später fand die offizielle Eröffnung des EZMW-Datenzentrums in Bologna statt.

Am 22. Juli 2021 unterzeichneten EZMW und Europäische Kommission den Vertrag über die Fortführung der Dienste, die das EZMW für das Copernicus-Programm durchführt. Für weitere sieben Jahre übernimmt das EZMW den Copernicus-Klimawandel-dienst und den Copernicus-Atmosphärenüberwachungsdienst. Zum Ende des vergangenen Jahres stimmte der EZMW-Rat zudem zu, dass das Zentrum am EU-Programm Destination Earth teilnimmt.

Eine wichtige Aktivität des Zentrums im Rahmen von Copernicus stellt CEMS dar. CEMS steht für Copernicus Emergency Management Service. 2021 wurde vertraglich beschlossen, dass das EZMW als Hochwasservorhersage-Operationszentrum weitere sechs Jahre bis 2027 für den Betrieb der hydrologischen probabilistischen Vorhersagen als 24/7-Dienst verantwortlich ist. Das europäische Hochwasserserwarnsystem EFAS und das globale Pendant GloFAS bilden das Herzstück der Hochwasserkomponente des CEMS-Frühwarnsystems.

Anfang 2021 startete das EZMW mit der Umsetzung seiner Strategie 2021 bis 2030. Wichtige Eckpunkte der Strategie sind unter anderem der verstärkte Einsatz von Cloud-Technologien, die weitere Umstellung zu Open Data und die Bereitstellung immer besserer Prognosen, zum Beispiel mit Ensemble-Vorhersagen mit einer Auflösung von drei bis vier Kilometern.

Das jährliche bilaterale Gespräch mit dem EZMW fand am 12. November 2021 als Videokonferenz statt. Die Gesprächsthemen behandelten ein breites Feld, von der Flutsituation im Westen Deutschlands im Sommer 2021 über EU-Aktivitäten bis hin zu konkreter Zusammenarbeit des EZMW mit dem DWD.

Bilaterale Zusammenarbeit

Der DWD ist sehr gut mit anderen nationalen Wetterdiensten vernetzt und pflegt eine enge Zusammenarbeit insbesondere mit europäischen Wetterdiensten. Hierbei steht der Austausch zu neuen Entwicklungen in den jeweiligen Diensten sowie über strategisch-politische Ansichten zur Arbeit in internationalen Organisationen im Vordergrund. Nachdem im Jahr 2020 sämtliche Meetings aufgrund der Covid-19-Pandemie abgesagt werden mussten, konnten im Jahr 2021 diese wertvollen Gespräche wieder aufgenommen werden.

Besondere Bedeutung genießt seit Jahren der Austausch der drei großen Partner Météo-France, UK Met Office und DWD. In den Gesprächen werden Themen wie Hochleistungsrechner, Destination Earth, Anwendung von künstlicher Intelligenz in der Meteorologie und Nutzungsmöglichkeiten der Cloud-Infrastruktur European Weather Cloud behandelt. Ein weiteres Thema galt der Frage, wie die nationalen Wetterdienste in Zeiten einer Pandemie ihren operativen Betrieb sicherstellen können.

Neben einem virtuellen Austausch mit dem südkoreanischen Wetterdienst KMA, der alle drei Jahre organisiert wird, konnten im Jahr 2021 auch das jährliche trilaterale DACH-Direktorentreffen mit MeteoSchweiz und ZAMG (Österreich) sowie das bilaterale Treffen mit MeteoSchweiz wieder durchgeführt werden. Im Rahmen des DACH-Meetings standen im Wesentlichen Angelegenheiten der internationalen Organisationen mit besonderem Schwerpunkt auf Destination Earth auf dem Programm, ebenso wie der Einfluss der Europäischen Union auf die zukünftige Entwicklung von EZMW, EUMETSAT und EUMETNET. Zudem wurden das gegenseitige Interesse an einer Fortsetzung der engen Zusammenarbeit in der numerischen Wettervorhersage unterstrichen und Kooperationen zur Verbesserung der Warnketten im Nachgang zu den Unwettern im Sommer 2021 sowie der Modernisierung der Warnsysteme angestrebt. Während des bilateralen Treffens mit MeteoSchweiz konzentrierte sich das Programm auf Themen der engen Zusammenarbeit beider Wetterdienste, beispielsweise im Rahmen der Luftfahrt, aber auch im Hinblick auf die ICON-Modellentwicklung sowie den Fortschritt des DWD-Projektes „SINFONY – Seamless **IN**tegrated **FO**recasti**NG** **sY**stem“.

Europäische Union (EU)

Die Beteiligungen der Schlüsselpartner EZMW, EUMETSAT und ESA an der Umsetzung des Programms Copernicus wurde auch für die zweite Programmphase bis 2027 beschlossen. Der DWD leistet dabei weiter vertraglich gesicherte signifikante Beiträge zu den Diensten Überwachung des Klimawandels, Überwachung der Atmosphäre sowie im Bereich der Hochwasserfrühwarnung zu Katastrophen- und Krisenmanagement.

Eine neue aus der Perspektive des DWD herausragende Initiative ist Destination Earth. Hier wird ein hochpräzises, digitales Erdmodell entstehen, mit dessen Hilfe die Auswirkungen von Klimawandel und extremen Wetterereignissen besser untersucht werden sollen. Die dazu notwendigen Verhandlungen mit Schlüsselpartnern gestalteten sich schwierig, denn der vertragliche Status der Schweiz und Großbritanniens zu den EU-Programmen ist nach wie vor ungeklärt. Über das Projekt Destination Earth aber konnte schließlich die auch hier unverzichtbare Beteiligung von EZMW, EUMETSAT und ESA gesichert werden, die diese Initiative implementieren werden.



Diese Anlage ist Teil eines Klimameßprogrammes. Sie dient dem Wohle der Öffentlichkeit und wird daher Ihrem Schutz besonders empfohlen.

oben links

DWD-Messstation im Funtensee-Tal im Herbst mit Blick auf das Kärlingerhaus im Hintergrund

oben rechts

Detailaufnahme zur DWD-Messstation Funtensee-Tal mit dem Hinweis-Schild zu den Klimamessungen

Ausblick auf die Satellitenstarts der Pflichtmissionen:

Programme	Voraussichtlicher Satellitenstart
MTG (Meteosat Third Generation)	MTG-I 1: Q4 2022 MTG-S 1: Q1 2024
EPS-SG (EUMETSAT-Polar System Second Generation)	Metop-SG A1: Q1 2024 Metop-SG B1: Q1 2025

EUMETSAT

Die Entwicklung der nächsten Satellitengeneration der Pflichtmissionen im geostationären und polarumlaufenden Orbit kommen in ihre Abschlussphase (siehe Startplanung). Generell nimmt die Entwicklung von Datendiensten („Big Data Services“) auf Grundlage innovativer Cloud-Technologie einen großen Raum ein und wird mit signifikanten Investitionen vorangetrieben. Ein Beispiel dafür ist der operationelle Start der European Weather Cloud (EWC), welcher beschlossen wurde und bis Mitte 2022 erreicht werden soll.

Der Ankauf kommerzieller Radiookkultations-Daten wird nach einer sechsmonatigen Evaluierung in eine Phase operationeller Bereitstellung übergehen. Hierbei wurden technische und datenpolitische Aspekte intensiv diskutiert. Ziel war es, durch geeignete Lizenzmodelle das WMO-Prinzip des internationalen freien Datenaustausches zu bewahren.

Gleichzeitig mit der 99. Sitzung des EUMETSAT-Rates ging eine Ära zu Ende: Der erste polarumlaufende EUMETSAT-Satellit Metop-A wurde erfolgreich außer Betrieb gesetzt. Internationale Regelungen erfordern hierzu ein komplexes Manöver, um Weltraummüll zu vermeiden. Damit soll sichergestellt werden, dass der Satellit in einem Zeitfenster von rund 19 Jahren dann kontrolliert in die Erdatmosphäre eintritt und verglüht. Nahezu die Hälfte des gesamten Treibstoffs, den ein polumlaufender Satellit in seiner operationellen Lebenszeit von etwa 15 Jahren braucht, wird dabei für dieses sogenannte De-Orbiting verwendet. In diesem Manöver vollführte der Satellit dabei eine „Rolle“, bei dem die Instrumente einmal in die Weite des Weltraums schauten und einen Datensatz sammelten, der zukünftig wertvolle Korrekturen der eigentlichen Atmosphärenbeobachtungen erlaubt.

Entwicklungszusammenarbeit im DWD

Die angestrebten Projektziele des mit der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) durchgeführten Projektes „PrAda - Anpassung landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten an den Klimawandel in Madagaskar“ wurden Ende 2020/Anfang 2021 erreicht. Übergeordnetes Ziel des Projektes PrAda war es, die Präzision der Klimadienstleistungen für den Agrarsektor in Madagaskar zu verbessern. Der zentrale Partner des DWD vor Ort war der madagassische Wetterdienst Direction Générale de la Météorologie (DGM). Die Fertigstellung der Arbeitspakete und die Erzielung der geplanten Projektergebnisse waren sowohl für den madagassischen Wetterdienst als auch für den DWD von großem wissenschaftlichem Interesse. Insbesondere ist das vom DWD entwickelte agrarmeteorologische Modell „AMBAV_global“ erfolgreich in die Arbeitsabläufe der DGM integriert worden. Zukünftig kann die DGM in Madagaskar das Modell selbstständig nutzen und potenziell auch weiterentwickeln. Zu Beginn des Jahres 2021 wurden noch ein Fact Sheet mit den wichtigsten Informationen sowie ein umfassender Artikel zu dem Projekt im WMO-Newsletter „MeteoWorld“ veröffentlicht.

Der DWD hat - nach erfolgreicher Digitalisierung - im Februar 2021 historische Wetterdaten an den Hamburger Honorarkonsul der Republik Kamerun übergeben. Mit der Diplomatentelepost über die Botschaft Kameruns in Berlin wurden die Daten inklusive beschreibender Dokumente an den Präsidenten des staatlichen Wetterdienstes von Kamerun weitergeleitet.

Nachdem beim außerordentlichen WMO-Kongress die Systematic Observations Financing Facility (SOFF) genehmigt worden war, unterzeichneten WMO, United Nations Development Programme (UNDP) und United Nations Environment Programme (UNEP) einen Vertrag, mit dem SOFF als ein UN Multi-Partner-Trust-Fund (UNMPTF) gegründet wurde. Ziel des SOFF UNMPTF ist es, Finanzmittel aus verschiedenen bilateralen und multilateralen öffentlichen und privaten Quellen zu sammeln, um damit ein Netz von meteorologischer Beobachtungsinfrastruktur in Entwicklungsländern aufzubauen und nachhaltig zu betreiben.

Darüber hinaus beteiligt sich der DWD am Projekt „Wassersicherheit in Afrika - WASA“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird und bei dem das Karlsruhe Institut für Technologie (KIT) die Federführung innehat. Bei dem Projekt mit dem Namen Co-design of a hydro-meteorological information system for sustainable water resources management in southern Africa („CO-HYDIM-SA“) geht es um die nachhaltige Verbesserung der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in Afrika. Die Fördermaßnahme ist Teil der BMBF-Strategie „Forschung für Nachhaltige Entwicklung - FONa“.

Netzwerk der europäischen Wetterdienste (EUMETNET)

Die europäischen Wetterdienste haben sich in einer gemeinsam abgestimmten Strategie bis 2025 darauf verständigt, als kooperatives und komplementäres Netzwerk zusammenzuarbeiten. Ihr Ziel: Der Gesellschaft wissenschaftlich fundierte hochwertige und innovative Wetter-, Wasser- und Klimadaten, Informationen, Produkte und Dienstleistungen bereitstellen.

Im Mai 2021 unterzeichneten die unter dem Dach von EUMETNET vereinigten Wetterdienste diese Strategie, mit der sie weitere Projekte realisieren wollen. Dazu gehört unter anderem, ein regionales Verbund-Datenmanagementsystem aufzubauen, mit dem über Cloud-Infrastrukturen ein optimierter Datenaustausch möglich sein wird. Dabei gilt es, auch die Anforderungen der WMO-Datenpolitik zu berücksichtigen. Außerdem will man die offene und freie Abgabe von hochwertigen meteorologischen Datensätzen technisch realisieren, um so eine Anforderung aus der Open-Data-Direktive der Europäischen Union zu erfüllen.

Die Open Access-Transformation im deutschen Publikationswesen und wie die Bibliothek des DWD sie umsetzt

Im Rahmen des digitalen Wandels ergeben sich auch im Bereich von Open Science immer neue Handlungsfelder, die gemeinsam das Ziel haben, den freien Zugang zu allen wissenschaftlichen Forschungsprozessen und die einfache Nachnutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse voranzutreiben.

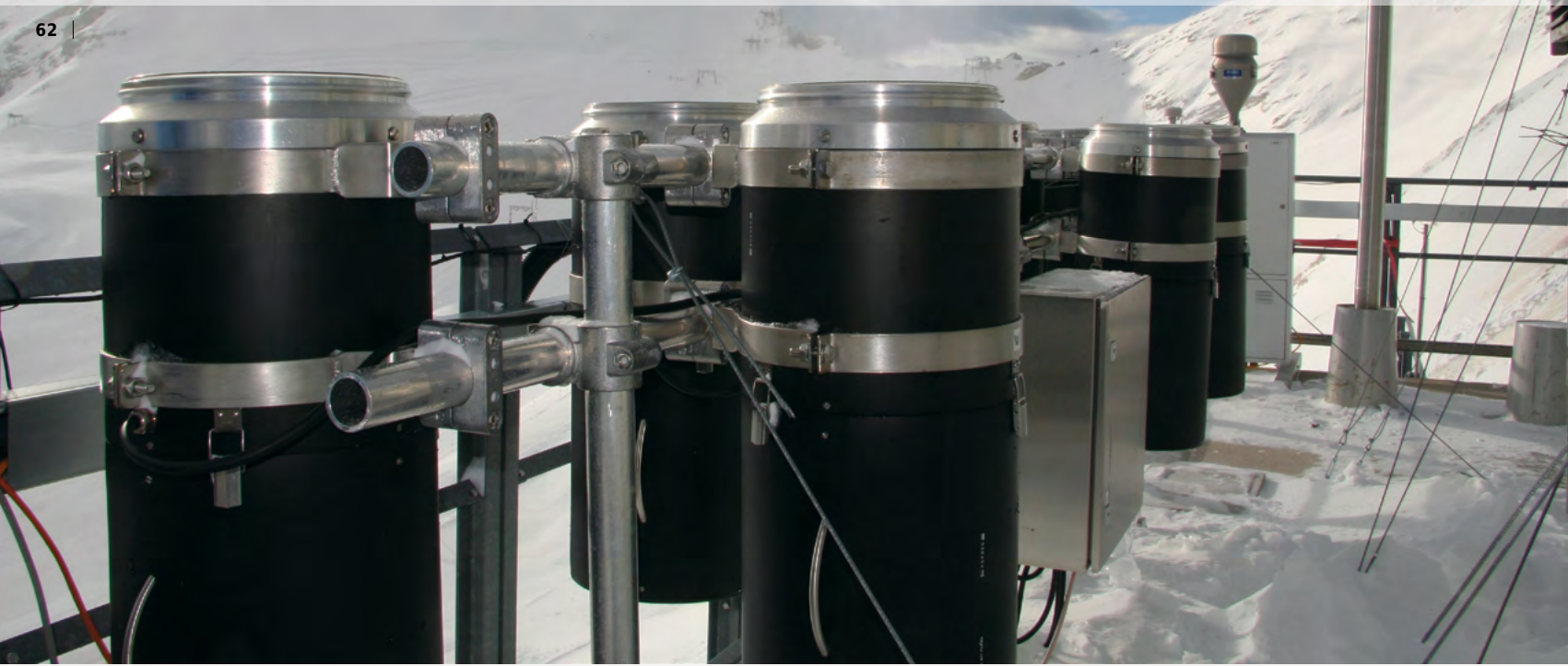
Auch die weltweite Initiative zur Transformation des wissenschaftlichen Publikationswesens spielt im Rahmen der Open Access-Bewegung (OA) eine große Rolle, da sie darauf abzielt, die freie und kostenlose Nutzung wissenschaftlicher Publikationen, in denen alle Forschungsergebnisse publiziert werden, zu vereinfachen.

Der Deutsche Wetterdienst hat sich mit Unterzeichnung der „Berliner Erklärung über den offenen Zugang zu wissenschaftlichem Wissen“ bereits 2016 offiziell zu einer aktiven Förderung des OA-Publizierens bekannt. In dessen Auftrag beteiligt sich daher auch die Deutsche Meteorologische Bibliothek an OA-Initiativen, wie den sogenannten „Publish and Read“-Vereinbarungen der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen. Diese wurden bisher mit zwei großen, kommerziellen Verlagen, Wiley und Springer, geschlossen und beinhalten nicht nur die Nutzung der umfassenden wissenschaftlichen Zeitschriftenportfolios der Verlage, sondern vor allem eine vereinfachte OA-Publikation der teilnehmenden Institutionen.

Die Bibliothek des DWD, als größte meteorologische Spezialbibliothek Deutschlands, fördert nicht nur OA im DWD, sie unterstützt die eigenen Wissenschaftler:innen in unterschiedlichen Bereichen des gesamten Publikationsprozesses. Hierzu gehört unter anderem die Lizenzierung der Zitationsdatenbank Scopus und die Anwenderberatung zur optimalen Nutzung aller Literaturlieferanten für den speziellen Aufgabenbereich. Sie führt dort individuelle, bibliometrische Auswertungen durch, die im Rahmen von Umfragen und Drittmittelanträgen zu Forschungsvorhaben benötigt werden und verwaltet den gesamten Publikationsetat des DWD.

Ein weiteres zunehmend an Bedeutung gewinnendes Feld im Bereich von Open Science ist das strukturierte Forschungsdatenmanagement (FDM), das unter anderem den einfachen, standardisierten Zugang zu referenzierbaren Forschungsdaten bei Berücksichtigung der sogenannten FAIR-Prinzipien zum Ziel hat. Der DWD wird sich dem Thema zukünftig verstärkt annehmen und die vorhandene Infrastruktur sowie alle Prozesse optimieren und ausbauen. Die Deutsche Meteorologische Bibliothek sieht dort neue Aufgabenfelder und wird sich in unterstützender, koordinierender Rolle einbringen.





oben

Depositionssammler zur Messung von organischen Luftschadstoffen im Umweltforschungszentrum Schneefernerhaus

Einführung eines Umweltmanagementsystems

Im Jahr 2045 soll ganz Deutschland klimaneutral sein. Die Bundesverwaltung muss auf diesem Weg mit gutem Beispiel vorangehen, weshalb die Bundesregierung diese bis 2030 klimaneutral organisieren wird. Als eine der ersten Behörden neben dem Eisenbahn-Bundesamt und dem Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV) im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) hat sich der Deutsche Wetterdienst (DWD) deshalb dazu verpflichtet, bis März 2023 das Umweltmanagementsystem nach dem europäischen Instrument EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) einzuführen und sich zertifizieren zu lassen.

EMAS ist das weltweit anspruchsvollste Umweltmanagementsystem. Mithilfe dieses EU-Instruments sind Organisationen in der Lage, Ressourcen intelligent einzusparen, sie leisten einen wirksamen Beitrag zum Umweltschutz, sparen Kosten ein und zeigen gesellschaftliche Verantwortung für ihr Handeln. EMAS stellt sicher, dass alle Umweltaspekte von Energieverbrauch bis hin zu Abfall und Emissionen rechtssicher und transparent umgesetzt werden. Über den kontinuierlichen Verbesserungsprozess schlussendlich wird damit die Energieeffizienz der jeweiligen Organisation gesteigert und der CO₂-Fußabdruck reduziert.

Um die Zertifizierung vorzubereiten und auch andere Umweltaspekte vorausschauend bearbeiten zu können, haben sich im DWD zwei Gremien gebildet. Dabei handelt es sich um das Umweltteam als Arbeitsgremium und den Umweltausschuss als Steuerungs- und Entscheidungsgremium. Wichtig war, dass in diesen Gremien Beschäftigte aus allen DWD-Bereichen vertreten sind, um die Themenvielfalt, die mit der Einführung des Umweltmanagementsystems verbunden ist, abbilden zu können. Eines der ersten Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit beider Gremien war die Formulierung der zukünftigen Leitlinien – auch Umweltpolitik genannt – des Deutschen Wetterdienstes. In diesen wurde festgelegt, dass Umweltschutz und Nachhaltigkeit klare Handlungsgrundlage in den vielen Tätigkeitsfeldern des Deutschen Wetterdienstes sein sollen. Mit der Zustimmung durch den DWD-Vorstand wurde damit ein weiterer wichtiger Zukunftsschritt angegangen und ein klares Zeichen für den Klima- und Umweltschutz gesetzt.



oben links

Profilaufnahme und Schneeprobenahme am Messfeld Zugspitze

oben rechts

Messgeräte auf der Plattform der DWD-Wetterstation Zugspitze

Führungskräfteentwicklung – wichtiger Baustein für die Erfolge von morgen

Immer kürzer werdende Zyklen bei technischen und fachlichen Neuerungen, strukturellen Veränderungsprozessen und Digitalisierungsvorhaben stellen besondere Anforderungen an die Beschäftigten und deren Führungskräfte. Der DWD greift die Belange und Bedarfe der Führungskräfte individuell mit Instrumenten zur gezielten Personalentwicklung auf.

Das **DWD Mentoringprogramm** für Führungs- und Nachwuchsführungskräfte hat mit seinen verschiedenen Facetten zum Ziel, interessierte Beschäftigte mit entsprechendem Potenzial bei der Vorbereitung auf eine Führungsposition zu unterstützen. Das Mentoringprogramm ist auf zwölf Monate angelegt und beinhaltet neben dem Austausch im Tandem auch ein Begleitprogramm. Darüber hinaus wird seit 2018 in Kooperation mit der Gleichstellungsbeauftragten regelmäßig ein **Cross-Mentoring-Programm für Frauen** mit ersten Führungspositionen des gehobenen und höheren Dienstes angeboten. In diesem setzen sich die Tandems aus Teilnehmenden von verschiedenen Behörden und Unternehmen im regionalen Umfeld zusammen.

Führungskräfte des gehobenen und höheren Dienstes stehen insbesondere zu Beginn der Übernahme von Führungsverantwortung besonderen Anforderungen gegenüber. Der **Seminarzyklus „Führung kompakt“** soll diesen Belangen Rechnung tragen. Durch das zehntägige Seminar werden die wesentlichsten Kenntnisse sowie Fähigkeiten zur Mitarbeiterführung und Leitung von Organisationseinheiten vermittelt.

Zur Führungskultur im DWD gehört seit 2007 die **Führungskräftekonferenz (FÜKO)**, die alle zwei Jahre stattfindet. Pandemiebedingt wurde sie im Jahr 2021 vollständig virtuell aus einem Studio in Offenbach für die Führungskräfte in ganz Deutschland übertragen. Auf der Führungskräftekonferenz spielt die Auseinandersetzung mit der Strategie und dem Leitbild des DWD eine ebenso bedeutsame Rolle wie aktuelle Trends und Herausforderungen wie beispielsweise neue Arbeitswelt, Digitalisierung und Innovation.

Grundlage aller Instrumente der Führungskräfteentwicklung ist ein einheitliches Führungsverständnis mit einem klaren Rollen- und Anforderungsprofil. Hierfür wurde in diesem Jahr das **Führungskräftekompetenzmodell** überarbeitet und neuen Anforderungen angepasst. Es spiegelt ein zeitgemäßes Führungsverständnis wider. So finden sich neben klassischen Führungskompetenzen insbesondere der Ansatz der kooperativen und zielorientierten Führung, als auch Kompetenzmerkmale zu Agilität, Flexibilität, Digitalkompetenz und Innovationsfähigkeit.

Alle vorgenannten Instrumente dienen dazu, die Personalführung zum Kern der Führungskräftearbeit zu machen. Eine gute Führungskräftearbeit ist für die Beschäftigten und den DWD ein wesentlicher Erfolgsfaktor bei der anstehenden Transformation der Arbeitswelt.

64

Im Gespräch

rechts

Wartung der automatischen Klimastation am Watzmannhaus, Nationalpark Berchtesgaden



„Wir wollen ein Beispiel geben“

Im Oktober 2021 hat der Deutsche Alpenverein (DAV) auf seiner Hauptversammlung beschlossen, bis zum Jahr 2030 klimaneutral zu sein. Josef Klenner, Präsident des Deutschen Alpenvereins, erklärt im Interview unter anderem, wie dieses Ziel erreicht werden soll.

DWD:

Der Schutz der Alpen steht ganz oben auf der Agenda des DAV. Der DAV agiert im Spagat zwischen dem Schutz der Natur insbesondere in den Alpen einerseits und der Förderung von Bergsport andererseits. Gleichzeitig hängen an den Alpen zahlreiche wirtschaftliche Interessen, wie etwa der Tourismus. Wie bringen Sie diese extremen Enden zusammen?

Josef Klenner:

Das ist im Prinzip immer ein schwieriges Unterfangen, das aber nicht darin münden darf, es allen recht machen zu wollen. In bestimmten Räumen der Alpen geht der Schutz der Natur eindeutig vor Nutzung. Ruhegebiete oder Natura 2000-Gebiete sollten zum Beispiel für den Ausbau touristischer Infrastruktur tabu sein. Das ist unsere Position, die wir eindeutig vertreten und die wir auch gegenüber unseren Mitgliedern so kommunizieren. Ebenso wie die Erwartung, dass sich Bergsteiger und Bergsteigerinnen respektvoll in der Natur bewegen sollten. Was das bedeutet, gehört zum Kern unserer Ausbildungen in den verschiedenen Bereichen, egal ob für Sommer- oder Winteraktivitäten.

DWD:

Der DAV hat rund 1,4 Millionen Mitglieder. Welche Möglichkeiten sehen Sie, diese Menschen für Klimaschutz mitzunehmen, einzubinden, gar zu begeistern?

Josef Klenner:

Das ist die größte Herausforderung, die wir in der heutigen Zeit nicht nur als Deutscher Alpenverein, sondern als Gesamtgesellschaft haben. Der Klimawandel ist so weit fortgeschritten, dass er unübersehbar ist. Und er wird weiter zunehmen, wenn nicht aktiv gehandelt wird. Wir als DAV handeln ganz konkret: In unserer Jahreshauptversammlung haben wir ein Klimaschutzprogramm diskutiert und fast 90 Prozent der Sektionsvorsitzenden haben es mitbeschlossen. Das bedeutet, dass wir jetzt aktiv werden wollen. Unser Ziel ist klar definiert: Wir als DAV wollen bis 2030 klimaneutral sein. So haben wir in der Hauptversammlung auch konkrete CO₂-Reduktionsmaßnahmen beschlossen – insbesondere für die Bereiche Mobilität, Infrastruktur und Verpflegung. Über einen internen CO₂-Preis stellen wir Geld aus eigenen Mitteln dafür bereit. Das ist in der deutschen Verbändelandschaft neu und bisher einzigartig. Wir gehen also über das Stadium, einfach Forderungen zu stellen, hinaus und sind bereit, selbst etwas zu tun. Das war ein wegweisender Beschluss, der im Oktober 2021 getroffen wurde. Wir wollen damit ein Beispiel geben, unser Umfeld motivieren, den maximalen Erfolg anzustreben, und das nicht nur intern innerhalb des Vereins, sondern es soll eine gewisse Strahlkraft entwickeln.



links

Josef Klenner, Präsident des Deutschen Alpenvereins

DWD:

Haben Sie schon Rückmeldungen dazu erhalten?

Josef Klenner:

Das Interesse der Medien war sehr beachtlich, da wir hier einen völlig neuen Ansatz gewählt haben. Die Resonanz der Mitglieder zeigt sich überwiegend positiv. Natürlich gab es auch Kritik, jedoch nicht in dem Sinne, dass das Thema Klimawandel skeptisch oder ablehnend betrachtet wird. Die kritischen Stimmen lassen sich eher in der Ansicht zusammenfassen, dass ein einzelner Mensch doch recht wenig bewirken kann, in Anbetracht dessen, dass Deutschland „nur“ für zwei Prozent der weltweiten Gesamtemissionen verantwortlich ist. Wenn man das dann auf den DAV mit seinen 1,4 Millionen Mitgliedern, was grob gesagt ein achtzigstel der Bevölkerung in Deutschland ausmacht, und dann weiter auf das einzelne Mitglied herunterrechnet, kommen natürlich marginale Zahlen heraus. Aber ich halte das für den falschen Ansatz. Wir müssen einfach anfangen, das war unser Leitmotiv schon seit zwei Jahren. Als der DAV 2019 sein 150-jähriges Jubiläum begehen konnte, wurde diese politische Absicht schon beschlossen, diese haben wir jetzt mit eigenen Inhalten gefüllt und werden das auch umsetzen.

DWD:

Sie erreichen viele Menschen auf unterschiedlichen Ebenen. Sehen Sie ermutigende Signale, dass es Menschen wirklich ernst ist, wenn es darum geht, Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen, die sie möglicherweise auch ganz persönlich betreffen?

Josef Klenner:

Wir haben eine Maßnahmenliste erarbeitet, die verschiedene Themenbereiche umfasst. Ein großer Bereich befasst sich mit dem Thema Mobilität. Wenn jemand am Vereinsleben teilnehmen oder ins Gebirge fahren will, nutzt er in aller Regel das eigene Auto. Die CO₂-Emissionen sind ja gerade im Verkehrsbereich mit am größten. Hier entwickeln wir Konzepte, viele dieser Aktivitäten so zu ermöglichen, dass eine Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel stattfinden kann. Einen anderen Bereich stellen die Kletterhallen und Hütten dar, die der DAV und seine Sektionen betreiben. Hier geht es um Betriebsoptimierung, Energieeinsparung und Emissionsreduktion und das nicht nur bei der Nutzung der Einrichtungen, sondern auch um Investitionen. Es geht um Photovoltaik- und Windkraftanlagen, um bestmögliche Wärmedämmung, aber auch um die Frage, wieviel Luxus auf einer Berghütte eigentlich sein muss. Der DAV verfügt über ein Unterstützungssystem für diesen Bereich. Der Bundesverband trägt dabei einen Teil der finanziellen Last, insbesondere bei Bau- und Renovierungsarbeiten. Die Hauptlast liegt allerdings schon bei den Sektionen, die gleichzeitig Eigentümer der Kletterhallen und Hütten sind.

DWD:

Als Alpenverein sind Sie ganz nah dran, Veränderungen in den Bergen, bedingt auch durch den Klimawandel, zu sehen und zu erkennen. Wie geht es gerade mit den DAV-Hütten im Hochgebirge weiter?

Josef Klenner:

Der Klimawandel zeigt sich im Gebirge, in den Höhenlagen und im Gletscherbereich ganz besonders stark, und das seit Jahren, verstärkt in den letzten fünf bis zehn Jahren. Wir sehen einen gewaltigen Gletscher-rückgang, zunehmende Steinschlagge-fährungen, bestimmte Routen sind nicht mehr begehbar. Hinzu kommt das Thema Wasser-
verfügbarkeit, das massiv den Hüttenbetrieb tangiert. Wir erleben Unwetterereignisse, die enorme Schäden anrichten, an Hütten, an Wegen – das ist kein kurzfristiges Wetter, sondern der Klimawandel. Bei den Hütten haben wir bereits ein eklatantes Beispiel: In den Ötztaler Alpen mussten wir auf 2.885 Metern vor sechs Jahren eine Hütte schließen. Wegen des tauenden Permafros-tes zeigen sich bereits Risse im Mauerwerk, sodass wir wegen Einsturzgefahr die Hütte nicht mehr öffnen können. Eine Lösung, wie es dort nun weitergeht, gibt es allerdings noch nicht.

DWD:

Sie bieten sehr viele Informationen, u. a. Ausstellungen oder Workshops zum Klimawandel an. Wie wird dieses Angebot angenommen und sehen Sie Veränderungen bei der „Nutzung“ der Alpen?

Josef Klenner:

Wir befinden uns in einer etwas ambivalenten Situation. Die meisten Anfragen, die bei uns ankommen, drehen sich natürlich um den Wunsch vieler Mitglieder, in den Bergen ihren Urlaub zu verbringen, zu wandern, zu klettern, auf die Berge zu steigen. Aber wir sehen schon auch Anzeichen, dass andere Anfragen zum Schutz der Natur, der Alpen, zur Tourismusentwicklung, das Stichwort hier ist neudeutsch Overtourism, langsam zunehmen. Daran sehen wir, dass sich unsere Mitglieder damit beschäftigen. Allerdings können wir, was Klimaschutzmaßnahmen betrifft, natürlich noch nicht viel über Entwicklungen berichten, denn hier stehen wir ja gerade erst am Anfang.

Man muss allerdings auch sehen, dass die persönliche Betroffenheit beim Thema Klimawandel in den Alpen mit der Distanz zum Gebirge abnimmt. Dabei sind die Hütten in den Alpen weniger das Problem, dort wird schon sehr viel unternommen, den CO₂-Ausstoß zu vermindern. Ich denke beispielsweise daran, dass wir sehr früh begonnen haben, die Sonnenenergie zu nutzen. Die überwiegende Anzahl unserer Hochgebirgshütten verfügt über eine Photovoltaikanlage zur Stromversorgung. An den Mobilitätskonzepten werden die Mitglieder merken, dass eine Anreise zukünftig vielleicht nur noch mit dem Zug oder als Gemeinschaftsfahrt möglich sein wird. Doch, wie gesagt, wir stehen erst am Anfang.

Wichtig ist mir auch, die Position des DAV bei der Thematik insgesamt zu festigen und zu vertreten, was jetzt allerdings nicht neu ist. Ein Paradebeispiel ist das Riedberger Horn. Bei diesem Verfahren, das sich über fünf Jahre hinzog, haben wir uns als DAV klar dagegen ausgesprochen, neue Lifte und neue Pisten zu bauen, damit in besondere Gebiete einzugreifen und den von der bayerischen Staatsregierung einige Jahrzehnte zuvor verabschiedeten Alpenplan auszuhebeln. Es gibt andere Projekte in den Alpen, aktuell zum Beispiel die Ausbaupläne am Grünen im Allgäu. Dort wie auch ansonsten geht es uns nicht darum, nur zu verhindern oder zu kritisieren. Unser Anliegen ist es, Projekte so zu gestalten, dass sie naturverträglicher werden.

DWD:

Stichwort Klimakommunikation: Wissenschaftler:innen tun sich manchmal schwer, Inhalte verständlich zu vermitteln. Was könnten Wissenschaftler:innen in ihrer Kommunikation vom DAV lernen, wenn man z. B. an das Motto „Wir lieben die Berge, wir schützen die Natur!“ denkt?

Josef Klenner:

Diese Aussage aus unserem Leitbild reicht für sich allein natürlich nicht. Wir kommunizieren regelmäßig mit unseren Mitgliedern über die Verbandszeitschrift Panorama, hier nehmen wir Klimathemen mit auf, die für uns von Relevanz sind. Dies werden wir jedoch nach dem Beschluss vom Oktober zur Klimaneutralität des DAV bis 2030 deutlich ausbauen und intensivieren. Wir sind gerade dabei, eine Informationsplattform über unsere Webseite zu installieren, über die Mitglieder aktiv kommunizieren und interagieren können. Das Thema Klimawandel und der Kampf dagegen wird Bestandteil unserer Ausbildung, sowohl bei den ehrenamtlich Tätigen als auch bei den Fachübungsleiter:innen. Dieser Standardbaustein der Ausbildung bringt einen hohen Multiplikationseffekt mit sich. Und natürlich wird es weiterhin und verstärkt Informationsveranstaltungen, auch Ausstellungen geben.

DWD:

Wie arbeiten Sie beim Thema Schutz der Alpen mit Partnern zusammen, auch grenzüberschreitend?

Josef Klenner:

Die Zusammenarbeit auf internationaler Ebene, besonders mit den direkten Nachbarn, funktioniert sehr gut. Gerade mit dem österreichischen Alpenverein, mit dem wir im Übrigen eine gemeinsame Vergangenheit haben – von 1874 bis kurz nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges waren wir in einem gemeinsamen Verein organisiert –, ist äußerst erfreulich. Bei allen wesentlichen Fragen zu Hütten und Wegen, die wir in Österreich oder auch in Südtirol betreuen, stimmen wir uns eng ab.

Darüber hinaus arbeiten wir ebenfalls mit den Organisationen in den anderen Alpenanrainern, auf europäischer Ebene und auch im Weltverband mit den jeweiligen Ansprechpersonen gut zusammen. Auch hier tauschen wir uns zeitnah zu Themen aus, stimmen Maßnahmen ab. Aber man muss schon wissen und anerkennen, je weiter die geografischen Dimensionen reichen, umso schwieriger gestalten sich die Abstimmungen.

Zahlen und Fakten zum Deutschen Alpenverein¹

- **9. Mai 1869** gegründet
- **1.402.067** Mitglieder (zum 31.12.2021)
- **356** regionale Vereine, sogenannte „Sektionen“, im gesamten Bundesgebiet; zusätzlich zwei Stiftungen
- **323** öffentlich zugängliche Berg- und Schutzhütten in den Alpen und deutschen Mittelgebirgen mit
 - **rund 20.000** Übernachtungsmöglichkeiten
 - **rund 2 Mio.** Tagesgästen/Jahr
 - **rund 890.000** Übernachtungen/Jahr
- **30.000** km Wege und Steige (zusammen mit dem ÖAV 50.000 km)
- **220** Kletteranlagen mit insgesamt 200.000 m² Kletterflächen (inklusive Boulderflächen)
- **rund 22.500** vom DAV ausgebildete ehrenamtliche Touren- und Kursleiter:innen für alle Formen des Bergsports und der Familien-, Kinder- und Jugendarbeit
- **rund 30,35 Mio.** Euro/Jahr volkswirtschaftliche Wertschöpfung durch Ehrenamt

¹ Stand: 31. Dezember 2021

DWD:

Apropos international: Sie organisieren als DAV auch internationale Reisen, Trekkingtouren im Himalaya und ähnliche Aktivitäten. Wie geht es hier beim Thema Klimaschutz weiter?

Josef Klenner:

Der DAV verfügt mit dem DAV Summit Club über ein Tochterunternehmen, das als Reiseveranstalter agiert. Auch der DAV Summit Club fällt unter den Beschluss, mit dem sich der DAV die Klimaneutralität bis 2030 zum Ziel gesetzt hat. Das gehört mit zu unserer konsequenten Herangehensweise beim Thema Klimawandel und was wir dagegen tun können. Der DAV Summit Club hat auch bereits begonnen, Veränderungen bei den Destinationen vorzunehmen, neue zu bestimmen, klimaschonende Reisemöglichkeiten zu erarbeiten, die Partnerwahl auf den Prüfstand zu stellen und weitere Maßnahmen anzustoßen, damit wir dieses Ziel auch bis 2030 alle gemeinsam erreichen.

DWD:

Wie wichtig sind für Sie Wettervorhersagen und wie sehr verlassen Sie sich auf sie?

Josef Klenner:

Aus der Sicht der Bergsteiger und Bergsteigerinnen sind zuverlässige Wettervorhersagen zentral: Ohne Wettervorhersagen ist modernes Risikomanagement in den Bergen nicht möglich. Die Wetterinformation entscheidet in den Bergen mit über den Tagesablauf. In der Stadt ist das sicher anders. Natürlich spielt Wettervorhersage hier auch eine Rolle, aber ich denke nicht, so substantiell wie in den Bergen. Bin ich in der Stadt mit dem Fahrrad unterwegs und werde nass, dann bringt das nicht automatisch eine Gefährdung wie möglicherweise im Gebirge mit sich.

DWD:

Zum Schluss noch eine ganz persönliche Frage: Was war Ihr bisher wichtigstes „Gipfel-erlebnis“?

Josef Klenner:

Ich habe im Laufe meines Lebens zahlreiche Bergtouren unternommen und dabei sehr schöne und erlebnisreiche Momente erlebt. Besonders wichtig aber waren einige Touren in den letzten Jahren, bei denen ich mit der Naturzerstörung konfrontiert wurde. So hat mir gerade in diesem Sommer eine Tour in den Stubai Alpen die Dramatik nochmals vor Augen geführt. Ein anderes Beispiel ist eine relativ unspektakuläre Tour zum Riedberger Horn gewesen. Die Eindrücke dieser Touren haben mein Engagement zum Klimaschutz nochmals deutlich beflügelt.

DWD:

Wir danken Ihnen sehr für das Gespräch und die Einblicke, die Sie uns gegeben haben.

70

Finale

**oben**

Automatische Klimastation des Bayerischen Lawinwarndienstes auf Kühroint im Nationalpark Berchtesgaden

Jährliche Arbeitsergebnisse und Leistungen

Rund **90.000** Vorhersagen, rund **220.000** Wetter- und Unwetterwarnungen

8.760 automatisierte Straßenwettervorhersagen für die Winterdienste mit rund 200 Millionen Seitenaufrufen im Winterdienstportal SWIS

Rund **1,3 Milliarden** Aufrufe im Katastrophenschutzportal FeWIS, Bereitstellung von über **30** Terabyte an Daten für die Lageeinschätzung im Katastrophenschutz

Abgabe von rund **1,96 Milliarden** Push-Meldungen (Warnungen) über die DWD-Warnwetter-App

Erhalt von ca. **1,3 Millionen** Nutzer:innen-Meldungen für den Vorhersagedienst über die DWD-Warnwetter-App

Rund **560.000** Vorhersagen und Warnungen für die Luftfahrt

Rund **27.000** telefonische Beratungen für Luftfahrt

Bereitstellung von Selfbriefingsystemen für die zivile Luftfahrt, Flughäfen und Luftfahrt Dienstleister mit

rund **360 Millionen** Aufrufen

Rund **240.000** Berichte, Warnungen und Beratungen für die Seeschifffahrt, den Küstenschutz und Offshore-Unternehmungen

Erstellung von rund **500** Gutachten zu Wetter und Klima für Behörden, Katastrophenschutz und andere Kunden

Erstellung von gut **23.000** Produkten zur Klimaüberwachung

Flächenpräsenz

Zentrale in Offenbach am Main

6 große Niederlassungen (Hamburg, Potsdam, Leipzig, Essen, Stuttgart, München) mit zum Teil mehr als 100 Beschäftigten

5 Standorte mit regionaler Klima- und Umweltberatung

1 Flugwetterzentrale Frankfurt und

4 Luftfahrtberatungszentralen

2 Meteorologische Observatorien

3 Agrarmeteorologische Beratungsstellen

180 hauptamtliche Wettermessstellen, davon sind

165 automatisierte Wetterstationen und **15** Flugwetterwarten an internationalen Verkehrsflughäfen

Flugwetterbeobachtung an **26** Regionalflughäfen

1.734 nebenamtliche Wetter- und

Niederschlagsstationen, davon melden **836** Online-Stationen halbstündlich

1.065 phänologische Beobachtungsstellen

Rund **1.900** Straßenwetterstationen aus Partnernetzen, die automatisiert alle 15 Minuten qualitätsgesichert werden

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

125 automatische Bordwetterstationen

391 Stationen der freiwilligen Wetterbeobachtung auf See auf Schiffen

5 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

10 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

18 Wetterradarstandorte in Deutschland

10 Radiosonden-Stationen mit jährlich rund 7.500 Ballonaufstiegen

48 Stationen mit Radioaktivitätsmessung

Mobile Messeinheit an **3** Standorten

9 automatische Klimagas-Messstationen an hohen Türmen

1 Flugbereitschaft für Radioaktivitäts- und Vulkanaschemessungen

Zahlen zum Haushalt des DWD

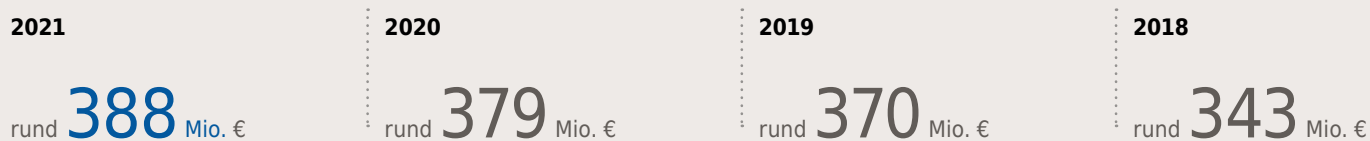
DWD kostet jeden Bürger 4,46 Euro im Jahr

Der Etat des DWD lag 2021 bei knapp 388 Millionen Euro und fiel damit um mehr als 9 Millionen Euro höher aus als im Vorjahr. Der tatsächliche Steuermittelbedarf des DWD dagegen war deutlich geringer als der Gesamtetat, da hiervon schon 4,3 Prozent indirekt durch Einnahmen gedeckt waren. Im Jahr 2021 stieg der Bedarf des DWD an Steuermitteln gegenüber dem Vorjahr um

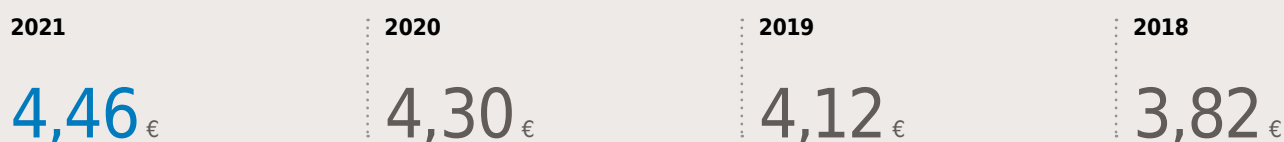
rund 13,8 Millionen Euro. So gab jede Bürgerin und jeder Bürger in Deutschland 4,46 Euro¹ für hoheitliche oder gesetzlich vorgegebene Aufgaben wie Wettervorhersagen, Unwetterwarnungen und die Klimaüberwachung aus. Die Hauptgründe für den höheren Steuermittelbedarf sind die insgesamt um rund 14,1 Millionen Euro gestiegenen Zuschüsse an internationale

Organisationen (für EUMETSAT ca. 1,4 Millionen Euro mehr, für ESA ca. 12,7 Millionen Euro mehr). Gleichzeitig sind die Einnahmen des DWD, die nicht dem Etat des DWD, sondern dem Bundeshaushalt zugerechnet werden, insgesamt um weitere 4,4 Millionen Euro gesunken.

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:



Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:



Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2021 wie folgt:



Die Zuweisungen/Zuschüsse gingen 2021 an folgende Organisationen (mit Fremdkapitel):



¹ Statistisches Bundesamt: Schätzung 83,222 Millionen Einwohner für Ende September 2021

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2021	2020	2019	2018
2.143,0	2.156,5	2.171,0	2.178,5

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2021		2020		2019		2018	
2.157		2.187		2.216		2.248	
Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:
1.339	818	1.363	824	1.384	832	1.412	836

² Die Differenz zwischen Planstellen und Beschäftigtenzahl ergibt sich zum Beispiel durch den Einsatz von befristet oder in Teilzeit Beschäftigten.

Und noch ein paar Fakten aus dem DWD-Alltag

Im Rahmen des Voluntary Observing Ship-Programms (VOS) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

wurden erstmals mehr als **1 Million** Wetterbeobachtungen
auf See dem weltweiten Datenaustausch der WMO zur Verfügung gestellt und verteilt. Zu verdanken ist diese
Steigerung insbesondere den Automatischen Bordwetterstationen EUCAWS, die der DWD auf Schiffen installiert.

Seit 1781 wird auf dem Hohen Peißenberg die Temperatur gemessen. Das Meteorologische Observatorium

Hohenpeißenberg des DWD hat errechnet, dass **Sommertage** (>25°C) dort heute

6-mal häufiger vorkommen als früher. **Kalte Tage** (<-10°C) kommen

3-mal seltener vor.

Im Februar 2021 wurden aufgrund der Wetterlage rund **168.000** Tonnen Sand
aus der Sahara nach Deutschland transportiert. Für das Gebiet Europa, Nordafrika und Nordatlantik

waren es sogar rund **14 Millionen** Tonnen.

Mitarbeit in etwa **50** größeren **nationalen** und **internationalen** Projekten
der Wetter- und Klimaforschung

169 wissenschaftliche Publikationen, davon **150** in
internationalen „peer-reviewten“ **Fachjournalen**

Erfassung von über **1.300** neuen **Starkregenereignissen** in Deutschland
(seit 2001 hat der DWD über 22.500 Starkregenereignisse erfasst)

Rund **7,5** Terabyte frei zugängliche, archivierte **Wetter- und Klimadaten**
(Stations-, Raster- und Reanalysedaten) für Bürger, Behörden, Wirtschaft und Forschung (<https://opendata.dwd.de/>)

Rund **500** Terabyte frei zugängliche, archivierte **Wettersatellitendaten** sowie
satellitengestützte Klimadaten

Anzahl der mitgeschnittenen **Satellitenüberflüge**: gut **20.000**

Der DWD pflegt und erweitert über den Betrieb des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie die mit

derzeit über **123.000** Stationen weltweit größte globale
Datenbank für direkte **Niederschlagsmessungen**



oben

Das fliegende Teleskop

Zu guter Letzt:

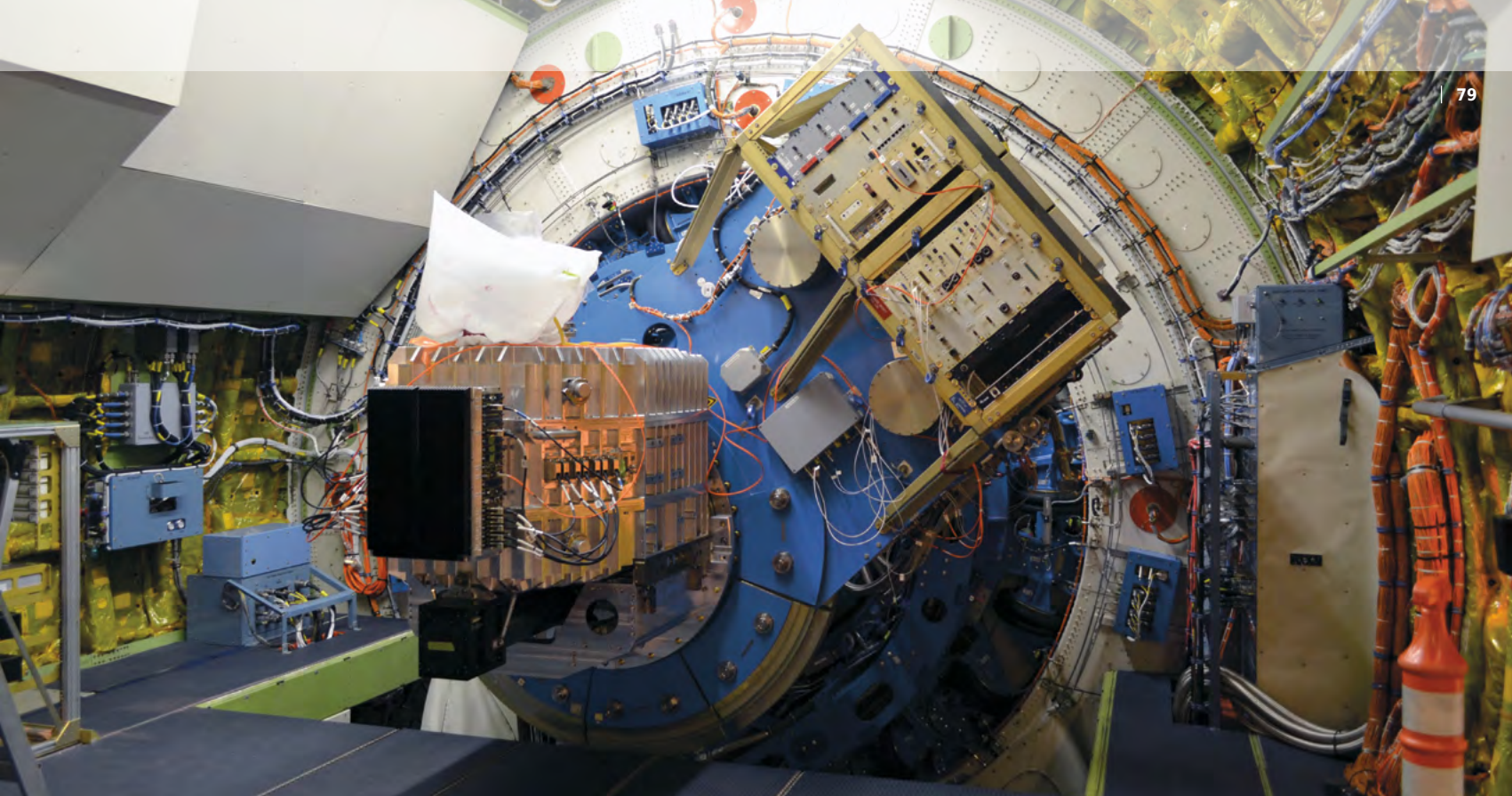
Flugwetterberatungen für das „fliegende Teleskop“ von SOFIA

SOFIA steht für **S**tratosphären-**O**bservatorium für **I**nfrarot-**A**stronomie. In diesem gemeinsamen Forschungsprojekt von NASA und Deutschem Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) startete im Februar und März dieses Jahres eine umgebaute Boeing 747SP gut 20 Mal vom Flughafen Köln/Bonn zu ihren Missionen. Die Flugwetterzentrale (FWZ) des Deutschen Wetterdienstes am Flughafen Frankfurt unterstützte die SOFIA-Mission mit Wettervorhersagen und Briefings.

Der Jumbo-Jet ist mit einem 17 Tonnen schweren Teleskop ausgestattet. Während der über acht Stunden langen Nachtflüge in 11 bis 14 km Höhe wird im Rumpf hinter der Tragfläche eine Luke, durch die ein Kfz passen würde, geöffnet. Ein Vorgang, den man bei „normalen“ Flugzeugen tunlichst vermeiden muss. Die Boeing wird aber dadurch zum fliegenden Teleskop. Bei -40 bis -65 °C Außentemperatur in der Stratosphäre und sehr geringem Luftdruck, beobachtet das Infrarot-Teleskop Exoplaneten, die Entstehung junger Sterne, die Milchstraße, aber auch Planeten, Monde, Asteroiden und Kometen unseres Sonnensystems. So konnte



dieses Forschungsprojekt unter anderem schon Wassermoleküle auf dem Mond nachweisen, eine genauere Methode zur Altersbestimmung von Sternentstehungsgebieten entwickeln und das Innere der Milchstraße vermessen. Solche Messungen wären mit einem Infrarot-Teleskop vom Boden aus kaum möglich, da der Wasserdampf in der untersten Schicht der Atmosphäre (Troposphäre) die infrarote Strahlung aus dem Weltraum zum Teil absorbiert. Für die sichere und erfolgreiche Durchführung der Missionen ist daher eine detaillierte und genaue Einsatzplanung wichtig.



oben

Innenleben der umgebauten Boeing 747 mit einem Ferninfrarotspektrometer

Bei winterlichen Bedingungen ist durch die große Teleskope-Klappe eine Enteisierung der Maschine, und sind damit Starts bei Schnee oder gefrierendem Regen nicht möglich.

Auch verhindern Windverhältnisse mit starken Seiten- oder Rückenwindkomponenten, Gewitter oder auch dichter Nebel oft

den Flug. Die erforderlichen guten Bedingungen mussten nicht nur in Köln/Bonn gegeben sein, sondern auch auf gewählten Ausweichflughäfen und Streckenpunkten, die im Notfall angefliegen werden können. Deshalb wurden Punktvorhersagen für diverse europäische Flughäfen vom DWD erstellt.

Vor allem im Steig- und Sinkflug ist starke Vereisung, die meist in kompakten Wolken zwischen ca. -5 bis -20 °C auftritt, eine gefährliche Wettererscheinung. Turbulenzen z. B. im Bereich von Fronten, können in allen Flugphasen auftreten und erfordern eine detaillierte Analyse und Vorhersage der Windsituation auf der gesamten Strecke. Bei Flugrouten in Richtung Süden und Atlantik können sich auch im Winter sehr hochreichende Cumulonimbuswolken mit Gewittern entwickeln. Im Bereich dieser teils in umge-

bender Bewölkung versteckten Starkwetterzonen muss mit Blitzschlag, Hagel, Vereisung und extremer Turbulenz gerechnet werden. Für die Crew ist es deshalb sehr wichtig, diese zu umgehen oder nach Möglichkeit in großer Höhe zu überfliegen. Beim Einsatz des Teleskops sollten oberhalb der Boeing nach Möglichkeit keine Cirrus-Wolken (Eiswolken des hohen Stockwerks in der Troposphäre) vorhanden sein. Diese treten oberhalb der Tropopause in der Stratosphäre kaum noch auf. Für die Planung ist es deshalb sehr wichtig vorherzusagen, in welcher Höhe die Tropopause liegt und ob diese erreicht werden kann.

Um diese meteorologischen Parameter vorherzusagen, nutzten die DWD-Flugwetterberater:innen diverse Modellvorhersagen, verglichen, analysierten sie und erstellten dann die aktuellen Briefing-Unterlagen für die Crew. Die aktuelle Wetterlage und die besonderen Bedingungen wurden vor Abflug der Crew durch ein Online-Briefing auf Englisch noch einmal näher erläutert. Die meteorologische Betreuung dieser Missionen war für die Kolleg:innen der FWZ eine besonders herausfordernde, aber spannende und einmalige Aufgabe.

80

Kontakt, Impressum und Quellen

**oben**

Oliver Nitsche bei der Prüfung der DWD-Messstation im Funtensee-Tal im Sommer 2020 mit Blick auf das Kärlingerhaus im Hintergrund

Kontakt

Deutscher Wetterdienst (DWD)

Frankfurter Straße 135
 63067 Offenbach am Main
 Telefon (0 69) 80 62-0
 Fax (0 69) 80 62-44 84
www.dwd.de
info@dwd.de

Wetterdiensthotline¹

Telefon (01 80) 2 91 39 13

Wenn Sie die Wetterdiensthotline anrufen, werden Sie automatisch mit der nächstgelegenen DWD-Niederlassung verbunden.

¹ Festnetzpreis 6 ct/Anruf,
 Mobilfunkpreise maximal 42 ct/Minute
 (Preise innerhalb Deutschlands)

Weitere Telefon- und Servicenummern

www.dwd.de/kontakt

Wichtige Links

Klimainformationen

www.dwd.de/klima

Aktuelle Wetterinformationen

www.dwd.de/wetter

WarnWetter-App

www.dwd.de/app

Presseinformationen

www.dwd.de/presse

Newsletter

www.dwd.de/newsletter

Publikationen

www.dwd.de/bibliothek



www.facebook.com/DeutscherWetterdienst



www.twitter.com/dwd_presse



www.youtube.com/DWDderWetterdienst



www.flickr.com/deutscherwetterdienst



www.instagram.com/deutscherwetterdienst



www.pinterest.de/deutscherwetterdienst

Impressum

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst

Konzeption und Redaktion

Gertrud Nöth
 DWD
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Gestaltung

Simone Leonhardt, Frankfurt am Main

Druck

Druckereiverbund im BMDV

Dieses Jahrbuch ist Bestandteil der Öffentlichkeitsarbeit des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Es wird unentgeltlich abgegeben.

Quellen

Seite 10

Nach Definition EU: https://ec.europa.eu/regional_policy/index.cfm/en/policy/cooperation/macro-regional-strategies/alpine/#1 (aufgerufen am 28. April 2022)

Seite 31

Commission for Climatology (CCI) – Sixteenth session: Abridged final report with resolutions and recommendations. Published by: WMO (2014) Collection(s) and Series: WMO- No. 1137 Part I – Abridged final report (Seite 16), Part II – Progress Report World Meteorological Organization (WMO) (Seiten 43, 57) Event: Commission for Climatology (CCI) 16th session (3–8 July 2014; Heidelberg, Germany)
WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals (2017) https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4166 (Seiten 1, 15)

Seite 36

- ¹ Günther Zängl, Daniel Reinert, Pilar Rípodas, Michael Baldauf: The ICON (ICOsahedral Non-hydrostatic) modelling framework of DWD and MPI-M: Description of the non-hydrostatic dynamical core, QJRM 2015, <https://doi.org/10.1002/qj.2378>
- ² Ensemble Variationelle Datenassimilation EnVAR
- ³ Local Ensemble Transform Kalman Filter LETKF
- ⁴ Schraff C., Reich H., Rhodin A., Schomburg A., Stephan K., Perriáñez A., Potthast R., 2016. Kilometre-scale ensemble data assimilation for the COSMO model (KENDA). Q. J. R. Meteorol. Soc., 142: 1453-1472, doi:10.1002/qj.2748.

Abbildungen

Quelle

Seite

Tobias Fuchs, DWD	Titel, 4, 9, 10, 13, 47 (oben), 55 (oben), 81
Deutscher Wetterdienst	7, 11, 12, 16, 17, 18 (unten), 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 46, 47 (Mitte), 48, 49, 50, 52 (oben links), 54
Annette Lotz, Nationalpark Berchtesgaden	15, 30, 65, 71
Rüdiger Manig, DWD	18 (oben)
Peter Köhler, DWD	37, 45, 56, 59
Nora Leps, DWD	42
Alrik Selle, DWD	51 (oben links)
Stefan Lünser, DWD	51 (oben rechts und unten)
Henry Kleta, DWD	52 (oben rechts)
Ulf Köhler, Ulrich Görtsdorf, DWD	53
Frank Beyrich, DWD	55
Axel Thomalla, DWD	57
Fotolia (141903495_L; Logo Open Access: Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International < https://en.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons > license); Peter Füssel, DWD	61
UFS GmbH	62
M. Neumann, UFS GmbH	63 (oben rechts)
HMGU	63 (oben links)
Josef Klenner	67
Carla Thomas, NASA	78 (oben)
Jeff Doughty, NASA	78 (Mitte)
Deutsches SOFIA Institut, DSI, Stuttgart	79

Titel

DWD-Messtation inmitten einer Pestwurz-Wiese am Grünsee im Nationalpark Berchtesgaden auf 1.527 Meter Höhe: An dieser autark laufenden Station werden seit 2008 konstant Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen. Zweimal im Jahr wartet Oliver Nitsche von der Mobilen Messeinheit des DWD diese Station und liest derzeit noch manuell die erhobenen Daten aus, die für die Erforschung des Alpenklimas von großer Bedeutung sind. Im Winter ist diese Station nicht zugänglich.



Deutscher Wetterdienst
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach
Telefon (0 69) 80 62-0
info@dwd.de

ISSN 2629-2084

Über www.dwd.de gelangen Sie auch zu unseren Auftritten in:

