



1

8

Jahrbuch 2018

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 Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 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.



Bild auf dem Umschlag

*Blick vom Westturm des
Seewetteramts elbauf- und
elbabwärts*

Fotostrecke Jahrbuch 2018

Die Fotostrecke des Jahrbuchs 2018 ist dem Jubiläum „150 Jahre Norddeutsche bzw. Deutsche Seewarte“ gewidmet. Wir stellen dabei nicht nur die Pioniere der Seewarte vor, sondern zeigen auch die Grundlagen, die durch sie für die Meteorologie und Klimatologie gelegt wurden. Damals und heute bilden dabei jeweils Bilderpaare.

Inhalt

Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst	3
Vorwort	6
Auftakt	8
Wetter und Klima 2018	14
Im Rückspiegel	26
Im Gespräch	48
Finale	54
Kontakt, Impressum und Quellen	64

Vorwort

rechts

*Prof. Dr. Gerhard Adrian,
Präsident des Deutschen
Wetterdienstes*

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

acht der neun wärmsten Jahre seit Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnung in Deutschland vor 137 Jahren fallen in das 21. Jahrhundert. Mit 10,5 Grad Celsius (°C) belegt das Jahr 2018 den Spitzenplatz, und das auch bei der Sonnenscheindauer, die seit 1951 ermittelt wird. Bemerkenswert war zudem die lange Trockenheit von März bis November. Trotz höherer Niederschlagswerte danach konnte das Niederschlagsdefizit im Frühjahr 2019 nicht ausgeglichen werden.

Mit diesen wichtigsten Fakten zum Wettergeschehen des vergangenen Jahres begrüße ich Sie herzlich als Leserinnen und Leser des neuen Jahrbuchs 2018 des Deutschen Wetterdienstes!

Ausführlich beleuchten wir darin das Wettergeschehen des vergangenen Jahres und ordnen es klimatologisch ein, denn auch weltweit gehörte es mit zu den wärmsten. Ein Augenmerk liegt bei diesem Rückblick auf dem Thema Landwirtschaft, die unter der langen Trockenperiode besonders litt.

Sowohl auf dem nationalen als auch auf dem internationalen Parkett kann der DWD auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken. Unsere Expertise, sei es bei einem Projekt in Madagaskar, sei es unsere Mitarbeit bei Copernicus oder sei es beim Ausbau des Open-Data-Servers, ist anerkannt und gefragt. Im Hauptkapitel des Jahrbuchs finden Sie neben diesen Themen weitere interessante Bausteine unserer Arbeit. An dieser Stelle gilt es unseren Beschäftigten für ihre ausgezeichnete Arbeit zu danken, denn sie haben mit ihrem Engagement das alles ermöglicht.

Ganz besonders freue ich mich, dass Dr. Thomas Reiter als Interviewpartner für unser erstes Jahrbuch zur Verfügung stand. Insgesamt arbeitete er fast ein Jahr im Weltraum und zieht in seinem Gespräch mit uns unter anderem Parallelen zwischen einem Astronauten und einem Meteorologen.



Im Jahr 2018 erinnerte der DWD gemeinsam mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) an 150 Jahre maritime Dienste in Deutschland. DWD und BSH bilden die Nachfolgeorganisationen der Norddeutschen Seewarte, die zum 1. Januar 1868 als privates Institut gegründet wurde. Die Fotostrecke dieses Jahrbuchs ist deshalb diesem Jubiläum gewidmet. Wir zeigen darin, welche Entwicklung Meteorologie und Klimatologie seither genommen haben. Die Gründerväter der Norddeutschen Seewarte und ihrer ersten Nachfolgerin, der Deutschen Seewarte, agierten mit großem Sachverstand und Weitsicht, sie legten Fundamente, beispielsweise für Küstenwarndienste, Standardisierung in der Wetterbeobachtung und Wetterdatenübermittlung, von denen wir heute noch profitieren.

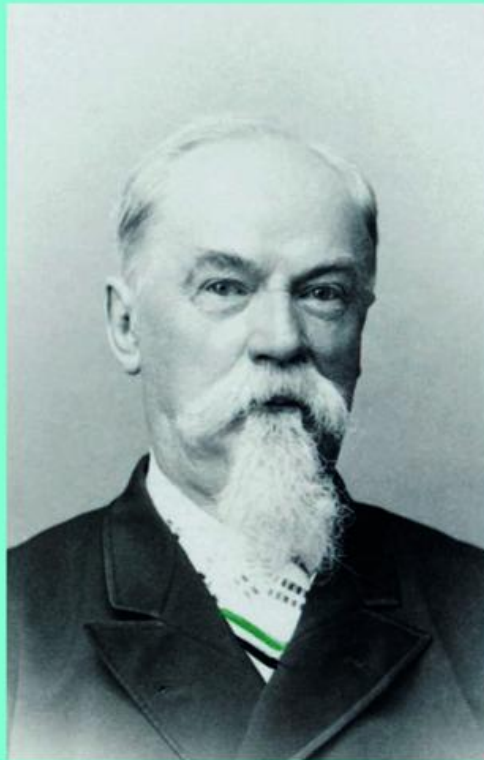
Schließlich will ich Sie noch auf eine Neuerung aufmerksam machen: Dem Jahrbuch liegt ein Poster bei. Auf der Vorderseite wollen wir Ihnen meteorologische Themen näherbringen und stellen Ihnen dieses Mal die Wolkenklassifikationen vor. Auf der Rückseite finden Sie interessante Klimastatistiken für Deutschland, so beispielsweise die monatlichen Temperaturanomalien für das vergangene Jahr.

Das Jahr 2018 stand aber auch im Zeichen der Weiterentwicklung unserer langfristig angelegten Strategie. Mit diesem Managementinstrument zur Steuerung des DWD stellt der Vorstand sicher, dass wir in den sich konstant ändernden Rahmenbedingungen im nationalen wie internationalen Umfeld flexibel und zukunftsfähig agieren und gleichzeitig der zuverlässige Dienstleister für unsere Auftraggeber, Kunden und Partner bleiben. Im nächsten Jahrbuch werden wir ausführlicher über unsere strategischen Entwicklungslinien bis zum Jahr 2030 berichten – für heute wünsche ich Ihnen jedoch viel Freude und Lesevergnügen mit unserem neuen Jahrbuch.

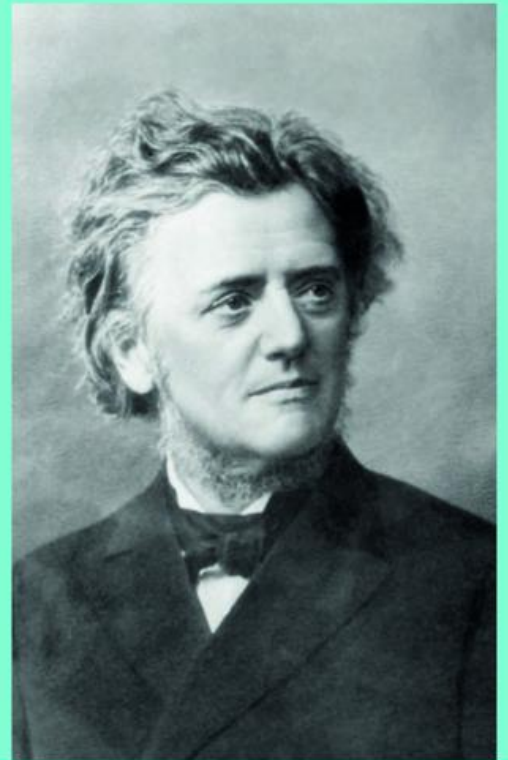
Ihr

Gerhard Adrian

Auftakt



Wilhelm von Freeden eröffnete zum 1. Januar 1868 die Norddeutsche Seewarte als Privatinstitut, zunächst versuchsweise für zwei Jahre.



Georg von Neumayer leitete die Deutsche Seewarte 27 Jahre und führte sie national und international zu einem bedeutenden Institut für Nautik, Meteorologie, Klimatologie und Polarforschung.



.....

Wladimir Köppen war einer der bedeutendsten Meteorologen an der Seewarte. Die Herausgabe von täglichen Wetterkarten, Sturmwarndienst, die Einteilung der Welt in Klimazonen oder die Einführung des Begriffs der Aerologie gehören zu seinen Verdiensten.



.....

Alfred Wegener, der Schwiegersohn von Wladimir Köppen, wurde 1919 Abteilungsleiter in der Deutschen Seewarte, ehe er 1924 an den Lehrstuhl für Meteorologie in Graz wechselte.

150 Jahre

Norddeutsche Seewarte und maritime Dienste in Deutschland

Ozeanische Reisen zu sichern und abzukürzen, indem die jahreszeitlich unterschiedlichen Wind- und Strömungsverhältnisse auf den Weltmeeren genutzt werden - mit diesem Ziel eröffnete der Rektor der Großherzoglich Oldenburgischen Navigationsschule in Elsfleth, Wilhelm Ihno Adolf von Freedten, am 1. Januar 1868 die Norddeutsche Seewarte.

28 Reeder sowie die Handelskammern in Bremen und Hamburg unterstützten und förderten die Gründung dieses privaten Instituts, das im Hamburger Seemannshaus (heute Hotel Hafen Hamburg) einige Räume bezog.

150 Jahre später erinnerten Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) sowie Deutscher Wetterdienst (DWD) unter dem Motto „Über Wasser - unter Wasser“ gemeinsam an die Entwicklung, die die nautisch-hydrographischen und meteorologischen Dienste seither genommen haben. Beide Bundeseinrichtungen des Ministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) bilden die Nachfolgeorganisationen der Deutschen Seewarte.



oben

Das „Domizil“ der Norddeutschen Seewarte im Seemannshaus (heute Hotel Hafen Hamburg)

Reisezeiten verkürzt

Hydrographie und Meteorologie steckten 1868 noch in den Kinderschuhen. Etwas mehr als 20 Jahre zuvor hatte der US-amerikanische Marine-Leutnant Matthew Fontaine Maury seine Wind- und Strömungskarten herausgegeben. Segelanweisungen auf neuen Routen verkürzten damit die bisherigen Reisezeiten auf See, indem die natürlichen Winde und Strömungen genutzt wurden. Diese Erkenntnisse trieben von Freedens Überlegungen voran. Sofort nach Gründung der Seewarte schaffte er meteorologische Instrumente an, um sie mit den Instrumenten auf den Schiffen zu vergleichen. Seeküstenvermessungen wurden durchgeführt. Von Freedens gab so genannte Journale (Schiffstagebücher) aus, in die die Schiffsbesatzungen während der Seereisen alle vier Stunden nach einem bestimmten Schema ihre Wetterbeobachtungen eintrugen. Bis zum Jahr 1940 sind so rund 37.000 solcher Journale zustande gekommen und überliefert, die im Seewetteramt des DWD in Hamburg ausgewertet, digitalisiert und der Forschung zur Verfügung gestellt werden.

Mit seinen individuellen Segelanweisungen, so errechnete von Freedens, verkürzte sich die Reisezeit der von ihm beratenen Schiffe bei der Ausfahrt um 7,1 und bei der Heimreise um 4,0 Tage. Rund 850 solcher Segelanweisungen schrieb von Freedens zwischen 1868 und 1875.

Seewarte wird Reichsanstalt

Kurz nach der Gründung des Deutschen Reiches benannte von Freedens die „Norddeutsche Seewarte“ in „Deutsche Seewarte“ um. Diesen Namen behielt die Einrichtung auch bei, als sie 1875 eine Reichsanstalt bei der Kaiserlichen Admiralität wurde. Von Freedens verkaufte die gesamte Einrichtung, Schiffstagebücher, Segelanweisungen und Arbeitsunterlagen an das Deutsche Reich, nachdem Georg von Neumayer zum ersten Direktor der Deutschen Seewarte berufen worden war.



oben

1881 bezog die Deutsche Seewarte auf dem Stintfang ihr neues Gebäude, das 1945 zerstört und nicht wieder aufgebaut wurde.

Aufgaben und Anerkennung nehmen zu

Unter von Neumayers 27-jähriger Ägide nahmen Aufgaben und Anerkennung der Deutschen Seewarte sowohl im nationalen als auch im internationalen Umfeld signifikant zu. Zur

Förderung der Seefahrt wurden u. a. meeresphysikalische, maritim-meteorologische und erdmagnetische Beobachtungen durchgeführt, nautische Instrumente geprüft, Segelhandbücher herausgegeben. Für den Sturmwarn-dienst wurden an der Küste und im Binnenland meteorologische Beobachtungsstellen eingerichtet, Beobachtungen durchgeführt,

telegrafisch weitergegeben und Informationen zu gefährlichen Wetteränderungen herausgegeben. Ab dem 16. Februar 1876 veröffentlichte die Deutsche Seewarte tägliche Wetterkarten. Sichtbares Zeichen dieses Aufschwungs war der stattliche Neubau oberhalb der Landungsbrücken, der 1881 bezogen wurde und der bis zu seiner Zerstörung 1945 der Sitz der Deut-

Ab dem 16. Februar
1876 veröffentlichte
die Deutsche See-
warte tägliche Wetter-
karten.

schen Seewarte blieb. So wurde die Seewarte „die deutsche Zentralstelle für Meteorologie“, die Ende des 19. Jahrhunderts zur Drehscheibe des ersten internationalen Datenaustausches von meteorologischen Beobachtungen wurde.

Das Aufgabenspektrum wurde beispielsweise um Polarforschung, Ozeanographie, Meereskunde, Gezeitendienst und Windstau- und Sturmflutwarndienst erweitert. Eine wesentliche Rolle spielte die Seewarte bei der Begründung der Meeresforschung in Deutschland. Namhafte Wissenschaftler trieben an der Deutschen Seewarte die Forschung auf den Gebieten der Nautik, Hydrographie und Meteorologie voran. Zu ihnen gehörten u. a. Wladimir Köppen, Alfred und Kurt Wegener oder Christian Koldewey. So wurde beispielsweise 1903 in Groß Borstel eine Drachenstation eingerichtet, um meteorologische Werte in verschiedenen Höhen der freien Atmosphäre zu gewinnen.



oben

Hamburg, oberhalb der Landungsbrücken heute: das Seewetteramt des DWD (links), das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH, Bildmitte), das Hotel Hafen Hamburg (rechts).

Aufgaben werden aufgeteilt

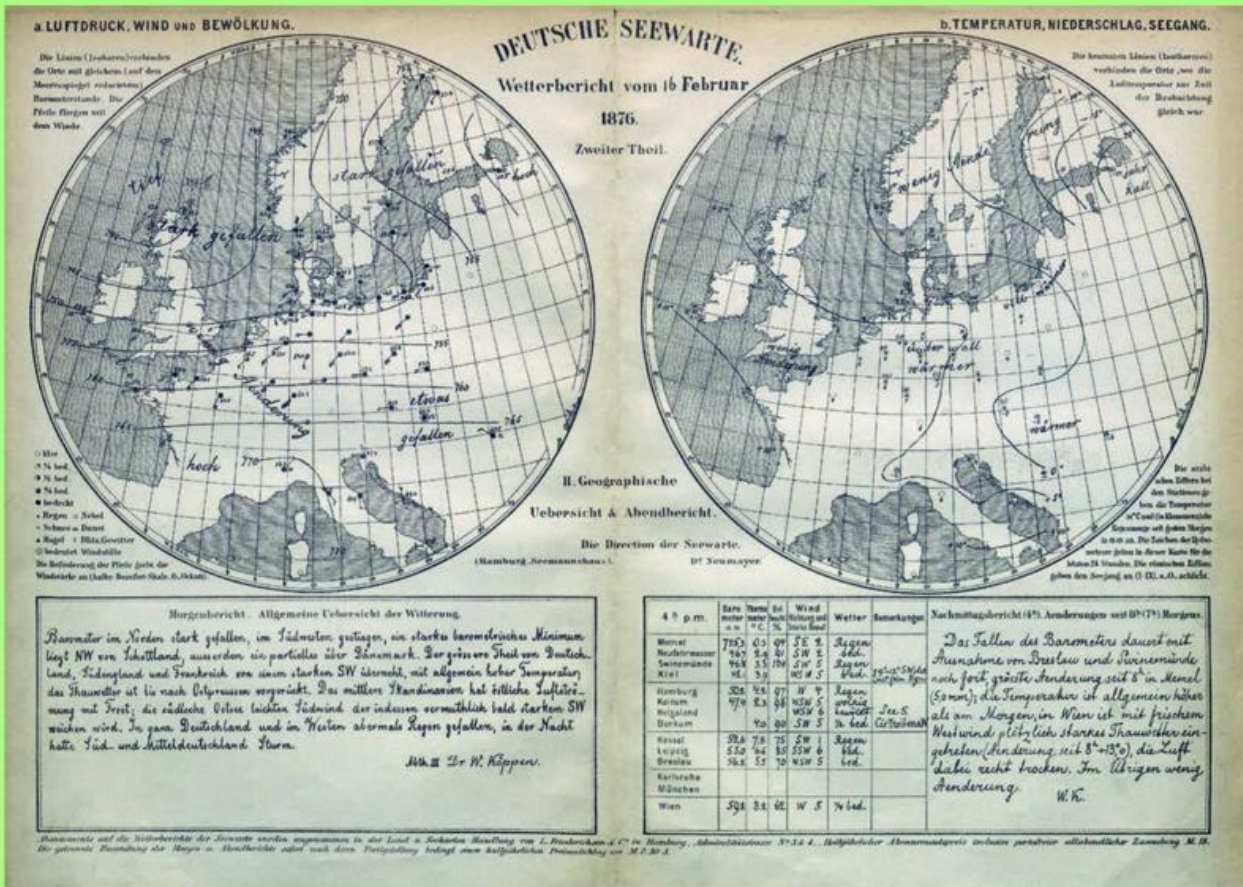
Das Reichsverkehrsministerium fungierte ab 1919 für die Deutsche Seewarte als oberster Dienstherr. 1935 dann die erste Teilung: Der Wetterdienst wurde dem Reichsluftfahrtministerium unterstellt, während Nautik und Hydrographie der Marine untergeordnet wurden. Die nächste Zäsur folgte 1945/1946 mit der Gründung des „Deutschen Hydrographischen Instituts“ (DHI) und des „Meteorologischen Amtes für Nordwestdeutschland“ (MANWD) durch die britische Besatzungsmacht. 1948 zog das DHI in das ehemalige Seemannshaus, im Jahr zuvor war dem MANWD die benachbarte Navigationsschule zugewiesen worden. In der sowjetischen Besatzungszone entstanden der Meteorologische Dienst (MD) sowie der Seehydrographische Dienst (SHD).

Die Geschichte bis 2018 ist schnell erzählt: 1990 verschmolzen zunächst DHI und das Bundesamt für Schiffsvermessung (BAS) zum BSH. Im Zuge der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten gingen Aufgaben vormaliger DDR-Institutionen (im Wesent-

lichen des SHD), die dem BSH-Portfolio vergleichbar waren, an das BSH über. Der am 11. November 1952 gegründete DWD umfasste die drei Landeswetterdienste der französischen Zone sowie die beiden Zonendienste MANWD und „Deutscher Wetterdienst in der US-Zone“. Der MD wurde 1990 in den DWD integriert. Bis heute sind die beiden Einrichtungen BSH und DWD in Hamburg nicht nur direkte Nachbarn, sondern auch bei der Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben eng verknüpft.

Fotostrecke Jahrbuch 2018

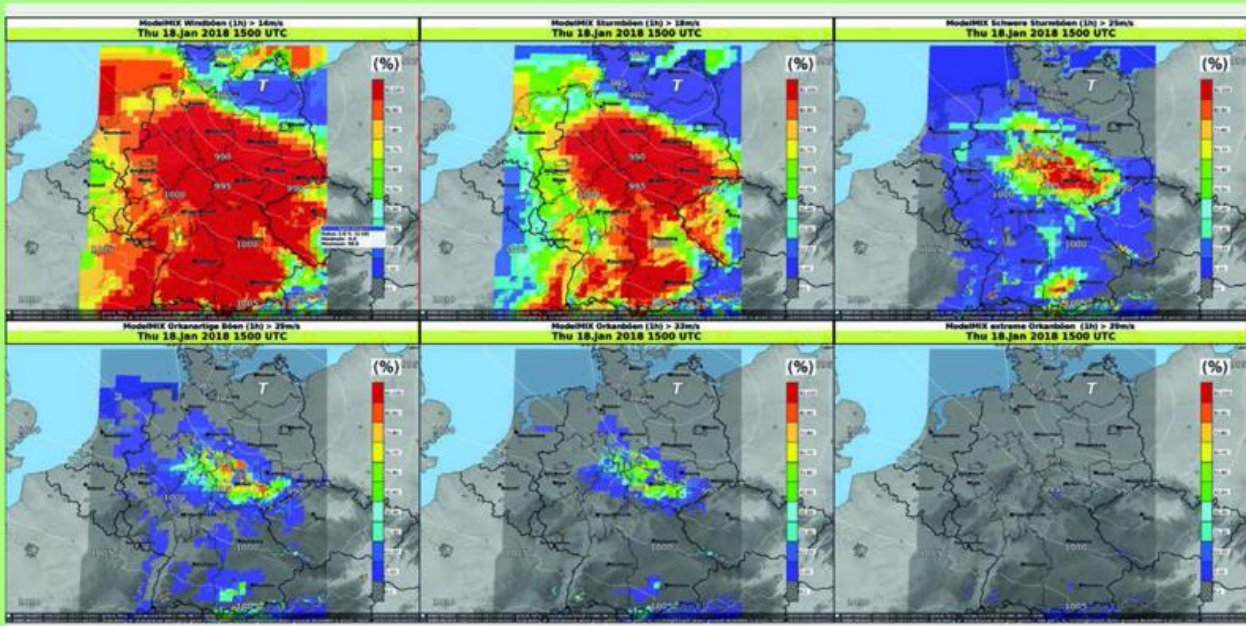
Die Fotostrecke des Jahrbuchs 2018 ist diesem Jubiläum gewidmet. Wir stellen dabei nicht nur die Pioniere der Seewarte vor, sondern zeigen auch die Grundlagen, die durch sie für die Meteorologie und Klimatologie gelegt wurden. Damals und heute bilden dabei jeweils Bilderpaare.



Die Seewarte hat in ihrer Geschichte zahlreiche Standards gesetzt - so auch mit der Herausgabe der ersten täglichen Wetterkarte am 16. Februar 1876. Börsen, Reeder und Zeitungsredaktionen zogen seitdem Nutzen aus diesen Wetternachrichten und

Wettervorhersagen. Die Seewarte, namentlich ihr berühmter Meteorologe Wladimir Köppen, erfanden die „autographierte Wetterkarte“. Dies bedeutete, dass mithilfe eines Analyse-schlüssels, wie ihn Wetterdienste im Prinzip heute noch verwenden, die Zeich-

ner bei den Zeitungen die Isobaren in Wetterkarten einzeichnen konnten.



Das Software-System Ninjo ist in der Lage, alle Arten meteorologischer Beobachtungs- und Vorhersagedaten zu verarbeiten und auf dem Bildschirm grafisch zu präsentieren. Ninjo erleichtert damit signifikant die Arbeit der Vorhersagemeteorologinnen und

-meteorologen, da es die täglich neu eintreffenden zwei Terabyte an Daten übersichtlich verarbeitet und präsentiert. Hier sind die vorherberechneten Windgeschwindigkeiten des Sturmtiefs FRIEDERIKE vom 18. Januar 2018 dargestellt.

2018:

Das wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn in Deutschland

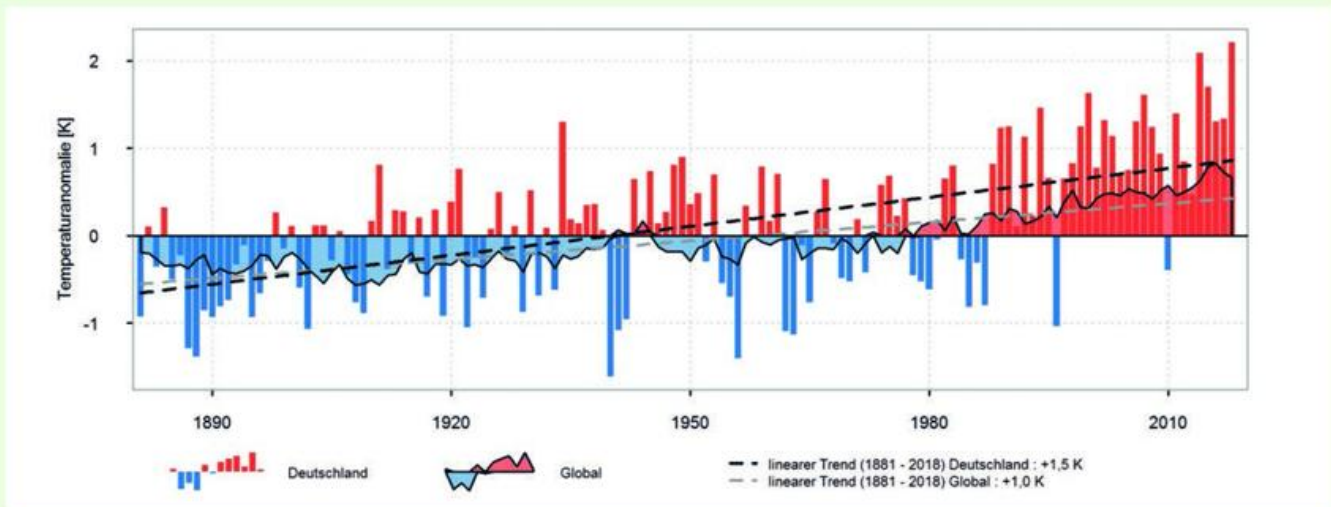
Mit einer Mitteltemperatur von 10,5 Grad Celsius (°C) war das Jahr 2018 das bisher wärmste in Deutschland seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881.

Bemerkenswert war die langanhaltende Trockenheit von Februar bis November. Die Kombination aus hohen Temperaturen und geringen Nieder-

schlägen machte das Jahr 2018 außergewöhnlich. Auch für die Sonnenscheindauer wurde mit 2015 Stunden ein neuer Rekord aufgestellt.

Gerade einmal vier Jahre liegt der letzte Temperaturrekord aus dem Jahr 2014 zurück. Damals wurde zum ersten Mal eine deutschlandweite Gebietsmitteltemperatur im zweistelligen Bereich, 10,3 °C, beobachtet. Das Jahr 2018 erreichte eine noch höhere Temperatur. Im Vergleich zum vieljährigen international gültigen Bezugszeitraum 1961 bis 1990 ergab sich eine positive Abweichung von +2,3 °C. Trotz der sehr kühlen Monate Februar (-2,3 °C) und März (-1,1 °C) waren die Temperaturen in den restlichen Monaten so hoch, dass dieser neue Rekord aufgestellt wurde. Für sechs Monate wurde sogar eine Abweichung von über +3 °C zum vieljährigen Mittelwert beobachtet.

Die Monate April und Mai waren die bisher wärmsten beobachteten Monate der jeweiligen Zeitreihe. In den Monaten September, Oktober und November wurden Anomalien von 1 bis 2 °C Plus registriert. Nach dem recht kühlen März wurden schon in der letzten Aprildekade die ersten Sommertage (Tage mit mehr als 25 °C) beobachtet. Auch der Oktober konnte noch mit vielen Sommertagen aufwarten. Die bundesweit gemittelte Anzahl Sommertage im Jahr 2018 (74 Tage) liegt deutlich über der im Jahr 2003 beobachteten (62 Tage). Im Zeitraum Ende Juli bis Mitte August 2018 wurden sehr hohe Temperaturen registriert, diese überstiegen oft die 30 °C-Marke. Der Unterschied zwischen den Jahren 2018 und 2003 bei den heißen Tagen (Tage mit mehr als 30 °C) war wesentlich geringer. 2018 wurden im bundesweiten Mittel 20 heiße Tage beobachtet, 2003 waren es 19.



oben

Vergleich der Temperaturentwicklung in Deutschland und global seit 1881 bis inkl. 2018

Bis Ende November lag auch das Niederschlagsdefizit auf Rekordkurs. Im Dezember fiel dann jedoch deutlich mehr Niederschlag als im vieljährigen Mittel. Letztlich wurde in Deutschland für das Jahr 2018 eine Niederschlagsmenge von 586 l/m² registriert. Damit ist 2018 nach den Jahren 1959, 1911 und 1921 das viertrockenste Jahr seit 1881. In Brandenburg und in Sachsen-Anhalt war es das bisher trockenste Jahr. Deutschlandweit litten Landwirtschaft und Schifffahrt extrem unter der geringen Wasserverfügbarkeit. Insgesamt ergab sich ein Defizit von ca. 200 l/m² bzw. 25 Prozent gegenüber dem vieljährigen Bezugszeitraum 1961 bis 1990. Da aber in der zweiten Jahreshälfte des Jahres 2017 und im Januar 2018 sehr hohe Niederschläge beobachtet wurden, waren die Wasserspeicher zunächst noch gut gefüllt.

Insgesamt 2.015 Stunden Sonnenschein wurden im Jahr 2018 gemessen. Dieser neue Rekord liegt geringfügig über dem im Jahr 2003 registrierten Wert von 2.014 Stunden. Die Sonne zeigte sich am längsten im Berliner Raum, am wenigsten im Sauerland mit unter 1.750 Stunden.

Global betrachtet ist das Jahr 2018 das viertwärmste seit 1850. Die Globaltemperatur lag um 0,38 °C (±0,13 °C) über dem Mittel der Referenzperiode 1981 bis 2010 von 14,3 °C und um etwa 1 °C über dem Temperaturniveau der vorindustriellen Zeit (1850 bis 1900). Das bisher wärmste Jahr ist das Jahr 2016, das durch einen starken El Niño beeinflusst wurde. Dahinter folgen die Jahre 2015 und 2017. Die Jahre 2015 bis 2017 bewegen sich alle um mehr als 1 °C über dem Mittel der vorindustriellen Zeit. Die 20 wärmsten Jahre traten in den letzten 22 Jahren auf.¹

¹ <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-past-4-years-were-warmest-record>

Wärme und Trockenheit – das Jahr 2018 aus agrarmeteorologischer Sicht

Das Jahr 2018 war ein Extremjahr. Die Kombination aus Wärme und Trockenheit macht es aus klimatologischer Sicht einzigartig. Durch die mit dem Klimawandel einhergehenden Änderungen ist es sehr wahrscheinlich, dass solche Extremjahre künftig häufiger auftreten werden.

ling (Erblihen der Forsythie, Blattentfaltung der Stachelbeere) bis zum Ende des Frühlings (Blüte der Sommerlinde) dauern in Deutschland normalerweise etwas mehr als 80 Tage. 2018 brauchte die Natur dafür etwa drei Wochen weniger. Natürlich zogen dabei auch die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen mit und nutzten die hohen Lufttemperaturwerte in Kombination mit den gleichfalls beachtlichen Globalstrahlungswerten.

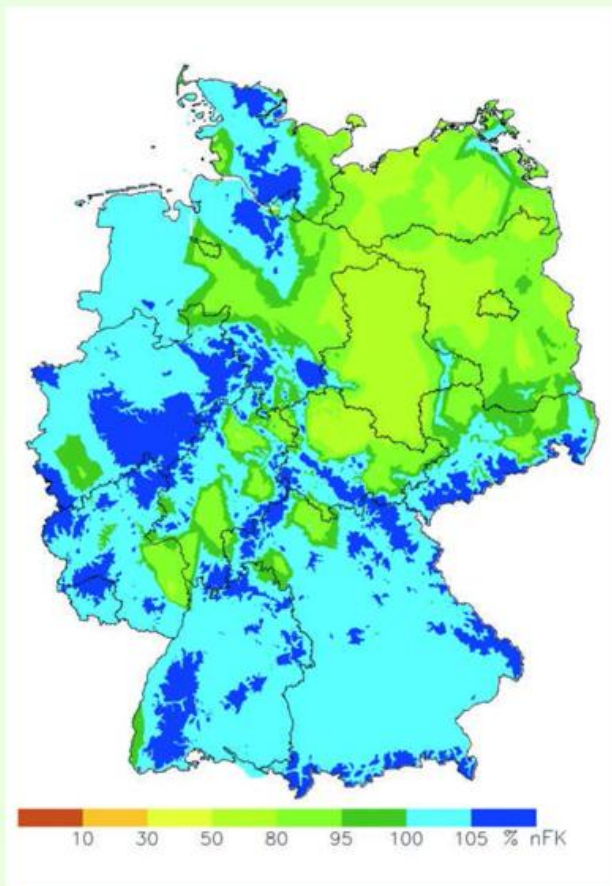
Anfangs gut gefüllte Böden

Überdurchschnittliche Niederschläge von Oktober 2017 bis Januar 2018 sorgten dafür, dass die Landwirtschaft mit gut gefüllten Böden in die Vegetationsentwicklung 2018 startete. Es gab Regionen, in denen so viel Wasser auf den Äckern war, dass im Herbst 2017 keine Maisernte erfolgen oder nur unter großen Schwierigkeiten eine Herbstaussaat ausgebracht werden konnte.

Nach dem milden Januar, in dem schon oft die Haselsträucher stäubten und blühende Schneeglöckchen erste Vegetationsregungen erkennen ließen, kam der Winter doch noch und stoppte die phänologische Entwicklung für beinahe zwei Monate. Erst um den Monatswechsel zum April stiegen die Luft- und mit ihr die Bodentemperatur rasch auf über 5 °C und die Frühjahrsentwicklung nahm rasant Fahrt auf. Die Vegetationsabschnitte vom Erstfrüh-

Trockenstresssymptome durch zurückgehende Bodenfeuchte

Diese Temperatur- und Strahlungsverhältnisse trieben ab April die realen Verdunstungswerte in die Höhe. Da zunächst genügend Wasser vorhanden war, konnte der Verdunstungsanspruch auch erfüllt werden. Als die warme und sonnenscheinreiche Witterung auch im Mai nicht enden wollte, zeigten sich in den Regionen Deutschlands, die mit leichten, wenig wasserspeicherfähigen Böden ausgestattet sind, erste Trockenstresssymptome bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Bereits Ende Mai ging die Bodenfeuchte auf Werte von unter 50 Prozent der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im Bereich von 0 bis 60 Zentimeter zurück. Werte von etwa 50 bis 80 Prozent nFK bedeuten ein optimales Wasserangebot.



Nutzbare Feldkapazität

Die Feldkapazität (FK) ist die Wassermenge, die ein wassergesättigter Boden gegen die Schwerkraft halten kann. Dieser Grenzwert stellt sich in der Regel zwei bis drei Tage nach völliger Wassersättigung ein, wenn das überschüssige Wasser in den Untergrund versickert ist. Da Pflanzen nicht das gesamte Wasser, das im Boden gehalten wird, nutzen können, bedeutet die nutzbare Feldkapazität (nKF) das pflanzenverfügbare Wasser.

oben

Nach der Trockenheit im Jahr 2018 begannen im Dezember 2018 die Böden sich wieder zu erholen, so dass es im Januar 2019 in weiten Teilen Deutschlands wieder in die Wassersättigung ging.

Dieses Phänomen breitete sich letztlich über fast das gesamte Bundesgebiet aus. Im Juli waren beispielsweise nur noch südlich der Donau die Winterweizenbestände optimal mit Wasser versorgt, während nördlich des Mains in der wichtigen Kornfüllungsphase zunehmende Bodendürre herrschte. Ende August sanken die Werte für die Bodenfeuchte vielerorts auf unter zehn Prozent nFK, d. h. die Pflanzen standen in weiten Teilen Deutschlands unter erheblichem Trockenstress. Die sich daraus ergebenden Ertragsminderungen betrafen nicht nur Winterweizen, sondern auch viele weitere Fruchtarten bis hin zum Grünland, bei dem es mancherorts nicht zu einem zweiten Schnitt kam.

Doch damit nicht genug: Auch zur Neuaussaat der Winterungen hielt sich die Wetterlage und es blieb trocken und warm, so dass die Winterrapssaat in manchen Regionen sehr schlecht aufief und mancherorts wieder umgebrochen wurde. In Gegenden, die den einen oder anderen Schauer erhielten, zeigten sich passable Bestände und je später die Aussaat erfolgte, umso besser, denn die längeren Nächte mit vergleichsweise großen Temperaturschwankungen brachten etwas Tau, der den Pflanzen beim Überleben half. Eine Umstellung der Wetterlage fand erst im November statt. Ab Dezember erhielten dann alle Regionen großflächig mehr Niederschlag als nach dem langjährigen Klimamittel üblich.

Warnungen vor extremen Unwetterereignissen erstmals im Modularen Warnsystem

Seit dem 5. Februar 2018 werden DWD-Warnungen vor extremen Unwetterereignissen auch in das satellitengesteuerte Modulare Warnsystem MoWaS, das vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) betrieben wird, eingespeist.

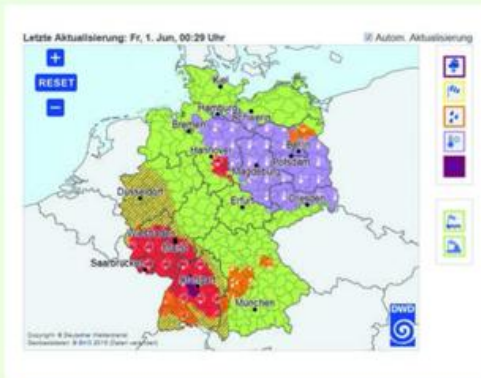
Ziel des Systems ist es, die Bevölkerung

bei akuten Gefahrenlagen auf möglichst vielen Übermittlungswegen umgehend zu informieren. Die Übertragung der Warnmeldung via Satellit und redundant kabelgebunden macht das System unempfindlich gegen Stromausfälle sowie Störungen der terrestrischen Übertragungswege. In solchen Fällen ist die Verbreitung von Unwetterwarnungen über eine eigens beim DWD eingerichtete MoWaS-Station abgesichert.



oben

In MoWaS dargestelltes Gebiet, für das Warnungen vor extremen Gewitterunwettern verbreitet wurden (Nacht zum 1. Juni 2018).



01



02

01 + 02

Warnsituation auf der Internetseite des DWD bezüglich Schwergewitter (rot) und extremer Gewitterunwetter (violett, eingebettet im roten Bereich) im Westen Deutschlands

Außer den Ereignissen der höchsten DWD-Warnstufe (extremes Unwetterereignis, Stufe 4) werden auch die Unwetterfälle in MoWaS dargestellt, die bei einer Unwetterwarnung (Stufe 3) ein außerordentliches Schadenspotential zur Folge haben. Dies wäre beispielsweise eine überregionale Orkanlage der Stufe 3 bei voller Belaubung im Sommer oder bei schweren Gewittern mit Orkanböen, die vor allem für Großveranstaltungen im Freien mit zahlreichen Besucherinnen und Besuchern mit einem sehr hohen Gefahrenpotential verbunden sind.

Als Wetterereignisse extremer Ausprägung kommen Wind, Gewitter, Stark- und Dauerregen, Schneefall, Glatteis und Leiterseilschwingungen in Betracht. MoWaS-Warmeldungen werden immer zusätzlich zu den detaillierten amtlichen DWD-Unwetterwarnungen und auch zusätzlich zu amtlichen Gefahrenmitteilungen in Bayern und Baden-Württemberg ausgegeben. Sie bedürfen einer Vorlaufzeit von mindestens 30 Minuten zwischen der Entscheidung zur Ausgabe und der voraussichtlichen Eintrittszeit des Warnereignisses. So sollen beispielsweise Rundfunksender ihr Programm an geeigneter Stelle unterbrechen und Fernsehsender ein Laufband mit entsprechenden Warmmeldungen einblenden können.

In Bezug auf diese engen Voraussetzungen und wohl auch bedingt durch den lang andauernden hochdruckbeeinflussten trockenen Sommer kam MoWaS im Jahr 2018 nur wenige Male operationell zum Einsatz. Hinreichende Bedingungen waren erstmals in der Nacht zum 1. Juni 2018 gegeben. Hier wurde nach Ausgabe von großräumigen DWD-Unwetterwarnungen mit eingebetteten extremen Unwetterwarnungen (Erstausgabe 31.05. 23:51 GZ) nach 25 Minuten eine MoWaS-Meldung für ein relativ großräumiges Gebiet abgesetzt. Innerhalb des MoWaS-Warngebietes wurden dann sukzessive weitere amtliche DWD-Warnungen vor extremen Unwetter ausgegeben.

In dieser Anlaufphase der operationalen Anwendung von MoWaS wurde aber auch erkennbar, dass nach Ausgabe der MoWaS-Warnungen die nachfolgende Umsetzung bei den Nutzern noch nicht in vollem Umfang funktionierte. Bei keinem der angeschlossenen Fernsehsender wurden die in der MoWaS-Warnung mitgelieferten Laufbandtexte eingeblendet. Hier gilt es die Prozesse weiter zu optimieren, um die betroffene Bevölkerung auch auf diesem Wege zu erreichen. Dem soll bei der im Herbst 2019 anstehenden Auslieferung des Nachfolgesystems MoWaS 2.0, nach Aussage des Herstellers, mit einer Anpassung der Software bereits Rechnung getragen werden.

Elf Jahre nach KYRILL kommt FRIEDERIKE

Das Orkantief FRIEDERIKE löste Windböen bis Orkanstärke aus, als es am 18. Januar 2018 von den Britischen Inseln kommend über Norddeutschland nach Polen zog. Auf dem Brocken wurde sogar eine Böe von 203 km/h gemessen.

Vor dem Tief gab es zum Teil kräftigen Schneefall, der insbesondere im Mittelgebirgs-

raum und im Norden Deutschlands größere Neuschneehöhen hervorrief. Nachfolgend bewirkten Temperaturen über dem Gefrierpunkt, die meist auch die ganze Nacht hindurch fortbestanden, und Regen ein Abtauen der Schneedecken, so dass die am Folgetag um 7 Uhr MEZ gemessenen Neuschneehöhen vielfach sechs Zentimeter nicht überstiegen.

In Deutschland sowie in den anderen vom Sturm betroffenen europäischen Ländern wurden Schulen geschlossen, Flüge fielen aus, der Fernverkehr der Bahn wurde eingestellt. FRIEDERIKE sorgte für Verkehrsbehinderungen, u. a. durch die Schneefälle, Glätte und umgestürzte Bäume sowie für Stromausfälle. Mehrere Todesopfer waren zu beklagen.

Orkantiefs FRIEDERIKE (2018) und KYRILL (2007) im Vergleich

Die Spitzenböen, die FRIEDERIKE auslöste, sind vergleichbar mit denen anderer schwerer Winterstürme, wie auch KYRILL, der genau elf Jahre zuvor, am 18. und 19. Januar 2007, über ganz Deutschland wütete. Das Orkantief KYRILL zählt zu einem der besonders heftigen Winterstürme der letzten Jahre. KYRILL zog damals über Schottland, die Nordsee und Dänemark nach Osten. Sein tiefster Kerndruck betrug 965 hPa. An seiner Südseite traten in einem Gebiet, das ganz Deutschland überdeckte, sehr hohe Windgeschwindigkeiten auf.

Die Zugbahn des Orkantiefs FRIEDERIKE verlief im Vergleich dazu etwas weiter südlich (Abb. 2). Der tiefste Kerndruck betrug 974 hPa.

Vom Sturmfeld an der Südflanke des Tiefs war hier vor allem die Mitte Deutschlands betroffen, d. h. ein Streifen von Nordrhein-Westfalen bis Sachsen. In Norddeutschland war vom Sturm dagegen nur wenig zu spüren. Das Sturmfeld von KYRILL war großflächiger und die aufgetretenen Windgeschwindigkeiten überwiegend höher als bei FRIEDERIKE. Lediglich im mittleren Deutschland löste FRIEDERIKE höhere Spitzenböen aus als KYRILL. Zum Vergleich sind in der folgenden Tabelle Spitzenböen der beiden Orkantiefs gegenübergestellt. In Grün markiert sind die Orte, an denen FRIEDERIKE höhere Windböen verursachte als KYRILL.



01



02

01

Satellitenbild (METEO-SAT 10) vom 18. Januar 2018, 12 UTC

02

Zugbahn von Sturm FRIEDERIKE über Europa vom 17. bis 19. Januar 2018

Höchste Böen (in km/h) von ausgewählten Stationen in Deutschland

Station	KYRILL 18./19.1.2007	FRIEDERIKE 18.1.2018
Helgoland	120	70
Schleswig	108	39
Bremerhaven	110	57
Rostock-Warnemünde	121	55
Ahaus	107	127
Münster/Osnabrück	111	126
Berlin-Schönefeld	112	80
Lindenberg	119	77
Werl	112	122
Göttingen	105	111
Brocken	199	203
Leipzig/Halle	112	129
Dresden-Klotzsche	123	122
Wasserkuppe	172	132
Erfurt	119	130
Gera-Leumnitz	116	138
Frankfurt/Main	95	86
Bamberg	92	64
Stuttgart-Echterdingen	108	80
München-Stadt	104	92
Feldberg/Schwarzwald	166	144
Zugspitze	183	158

Neben Deutschland verzeichneten auch andere europäische Länder hohe Windgeschwindigkeiten bis Orkanstärke, vor allem in Großbritannien, den Beneluxländern, im Norden von Frankreich, auch noch in Polen und Tschechien, dort vor allem auf den Berggipfeln. In der Schweiz wurden im Flachland der Alpen-nordseite schwere Sturmböen bis knapp 100 km/h gemessen, in höheren Lagen auch Orkanböen bis 130 km/h. FRIEDERIKE wurde dort zum Teil mit anderem Namen geführt.

Klimatologische Einordnung

Der Schwerpunkt des Sturms FRIEDERIKE über Deutschland lag in einem Streifen von Nordrhein-Westfalen bis Sachsen. Die dort gemessenen Spitzenböen zählen zu den höchsten, die im Vergleichszeitraum 1981 bis 2010 aufgetreten sind. Die höchste Windgeschwindigkeit in Deutschland wurde mit 203 km/h auf dem Brocken gemessen. Dort war sie somit geringfügig höher als bei KYRILL (199 km/h). Insbesondere in den 1990er Jahren und davor wurden auf dem Brocken schon höhere Windgeschwindigkeiten gemessen. Die Orkane DARIA (25. und 26.1.1990), VIVIAN (26. und 27.2.1990) und CAPELLA (3.1.1976) lösten Spitzenböen bis 230 km/h, YRA (24.11.1984) sogar bis 263 km/h aus. Projektionen in die Zukunft (2020 bis 2190) zeigen nach Auswertung verschiedener Quellen von Mölter et al. (2016) eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Stürmen über West- und Mitteleuropa, während über Südeuropa eher eine Abnahme erwartet wird. Für Nord- und Osteuropa sind die Ergebnisse nicht eindeutig.¹

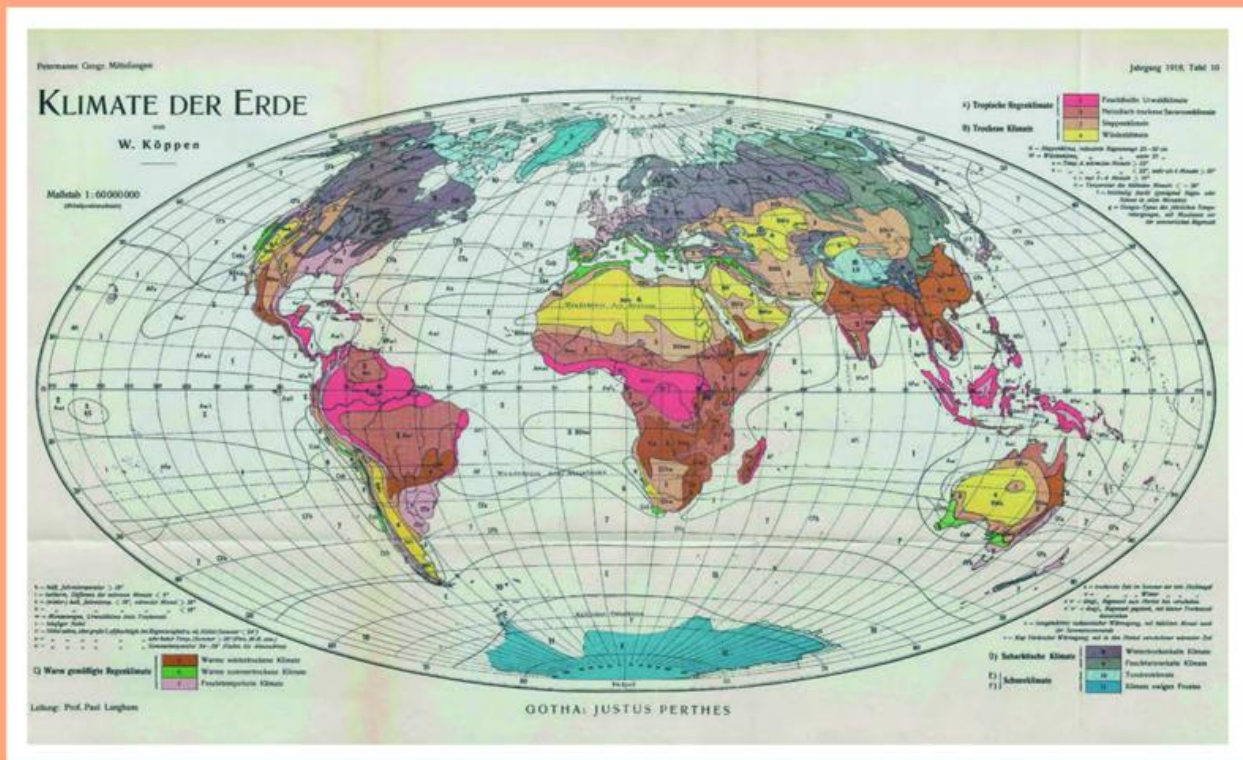
¹ Hinweis: Die im Bericht aufgeführten Daten geben den Stand der Niederschrift wieder.

Deutschlandwetter 2018

	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	3,7 (-0,5)	16,2 am 3. in Rheinfelden	-18,5 am 21. auf der Zugspitze
Februar	-1,9 (0,4)	11,7 am 15. in Müllheim	-30,5 am 26. auf der Zugspitze
März	2,4 (3,5)	20,3 am 11. in Olbersleben	-22,2 am 20. auf der Zugspitze
April	12,3 (7,4)	30,4 am 22. in Ohlsbach	-14,3 am 2. auf der Zugspitze
Mai	16 (12,1)	34,2 am 29. in Lingen	-5,7 am 15. auf der Zugspitze
Juni	17,7 (15,4)	33,4 am 9. in Demker	-6,9 am 23. auf der Zugspitze
Juli	20,3 (16,9)	39,5 am 31. in Bernburg/Saale	-2,8 am 11. auf der Zugspitze
August	19,9 (16,5)	38,4 am 8. in Langenlippsdorf	-7,1 am 26. auf der Zugspitze
September	15,1 (13,3)	33,1 am 18. in Köln-Bonn und Huy-Pabstorf	-11,4 am 24. und 25. auf der Zugspitze
Oktober	10,7 (9)	28,6 am 13. in Tönisvorst	-12,3 am 2. auf der Zugspitze
November	5,2 (4)	24,2 am 6. in Rosenheim	-15,4 am 28. auf der Zugspitze
Dezember	3,9 (0,8)	16,3 am 3. in Rheinfelden	-18,6 am 12. auf der Zugspitze
Winter 2017/18	1,5 (0,2)	16,2 am 3.1. in Rheinfelden	-30,5 am 26.2. auf der Zugspitze
Frühling	10,2 (7,7)	34,2 am 29.5. in Lingen	-22,2 am 20.3. auf der Zugspitze
Sommer	19,3 (16,3)	39,5 am 31.7. in Bernburg/Saale (Nord)	-7,1 am 26.8. auf der Zugspitze
Herbst	10,3 (8,8)	33,1 am 18.9. in Köln-Bonn und Huy-Pabstorf	-15,4 am 28.11. auf der Zugspitze
Jahr	10,5 (8,2)	39,5 am 31.7. in Bernburg/Saale (Nord)	-30,5 am 26.2. auf der Zugspitze

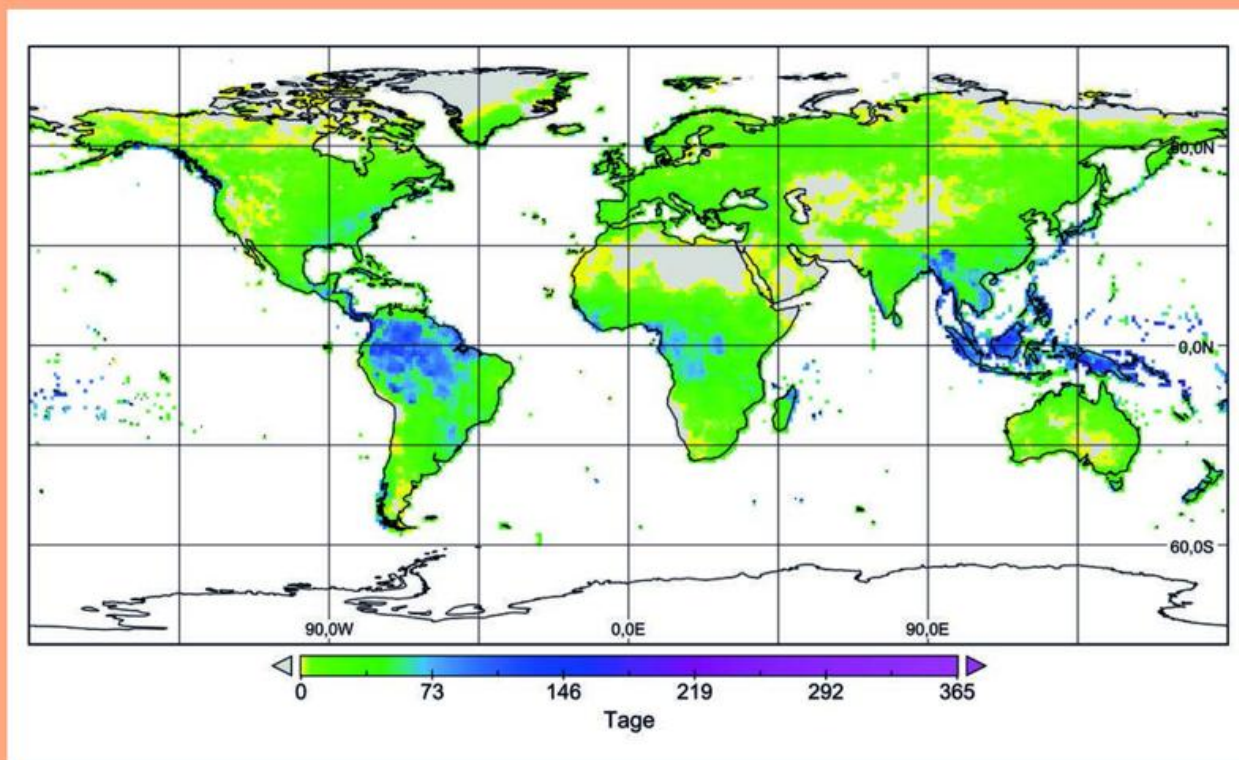
Niederschlag in l/m²	Sonnenscheindauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
101,7 (60,8)	33,2 (43,6)	Sehr milder und niederschlagsreicher Monat, Stürme BURGLIND und FRIEDERIKE brachten Windgeschwindigkeiten bis Orkanstärke.
17,8 (49,4)	113,7 (71,5)	Ab Monatsmitte ließen Hochdruckgebiete Polarluft nach Deutschland strömen, verbreitet zweistellige Minusgrade.
50,9 (56,5)	112,6 (111,2)	Sehr kalter Monatsstart, Monatsende feucht und mild
37,7 (58,2)	225,6 (153,7)	Wärmster April seit Beobachtungsbeginn, erste Sommertage (Tmax >= 25 °C) am Monatsende
52 (71,1)	287,7 (201,6)	Wärmster Mai seit Beobachtungsbeginn, erste Tropennächte in Frankfurt
47,4 (84,6)	218,2 (203,3)	Andauer der Trockenheit besonders in der Mitte Deutschlands, die im April begonnen hat.
40 (77,6)	311,4 (210,7)	Nach sehr hohen Temperaturen im Monatsverlauf, Beginn einer ausgeprägten Hitzewelle am Ende des Monats
42 (77,2)	248,9 (199,5)	Andauer der Hitzewelle mit kurzer Unterbrechung bis in die dritte Monatsdekade
44,2 (61,1)	206,5 (149,6)	Fortsetzung der seit April andauernden sehr warmen, trockenen und sonnenscheinreichen Witterungsperiode
28,4 (55,8)	157,2 (108,5)	In der ersten Monathälfte vielfach noch flächendeckend Sommertage
20,2 (66,3)	75,1 (52,8)	Achter Monat in Folge zu warm, zehnter Monat in Folge zu trocken
104,1 (70,2)	25,2 (38)	Ende der seit Februar anhaltenden trockenen und sonnenscheinreichen Witterungsperiode
198,6 (180,7)	174,7 (152,9)	Milder, nasser und sonnenscheinreicher Winter
140,6 (185,9)	625,9 (466,6)	Direkter Wechsel von noch winterlichen Temperaturen im März zu sommerlichen Temperaturen im April
129,4 (239,4)	778,6 (613,5)	Kombination aus extrem hohen Temperaturen und geringen Niederschlägen machen den Sommer zu einer der bemerkenswertesten Witterungsperioden mit einer extremen Dürresituation.
92,8 (183,3)	438,8 (310,9)	Sehr trocken und sonnenscheinreich, Temperatur deutlich über dem vieljährigen Mittel
586,3 (788,9)	2.015,4 (1.544)	Wärmstes und viertrockenstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1881, sonnenscheinreichstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1951

Im Rückspiegel



Die Klimatologie galt als die „Jugendliebe“ Wladimir Köppens. 1918 wurde die Karte „Klimate der Erde“ von ihm in Petermanns Geographischen Mitteilungen veröffentlicht. In ihr verwirklichte er nach eigenem Bekunden den Wunsch „die klimatisch bedingten

analogen Gebiete zu höheren Einheiten verbunden zu sehen und so ein einheitliches System der Klima- und Lebensgebiete der Erde zu erreichen.“ Noch heute findet sich in jedem Schulatlas die Klimakarte von Köppen-Geiger.



Klimatologie weltweit heute durch das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (WZN) beim DWD: Die Grafik veranschaulicht die Anzahl der Tage, an denen mindestens 10 mm Niederschlag fielen. In den in Grau gefärbten Regionen wurde an keinem Tag im

Jahr 2018 diese Niederschlagsmenge erreicht. Die meisten Tage - 203 - mit mindestens 10 mm Niederschlag wurden an der Südwestküste der Insel Papua-Neuguinea im indonesischen Teil verzeichnet.

Wettervorhersagemodell COSMO-D2: Modellgebiet erweitert, Gittermaschenweite reduziert, Schichtenanzahl erhöht, Vorhersagezeit gewonnen



oben

Das neue Modellgebiet von COSMO-D2, das in Richtung Norden, Westen und Süden erweitert wurde, im roten Rahmen wird das bisherige von COSMO-DE abgedeckte Gebiet gezeigt.

Dies sind die wesentlichen Vorteile des neu eingeführten Wettervorhersagemodells COSMO-D2. Der DWD ersetzt damit das vorherige COSMO-DE, gleichzeitig wird das Ensemble-Vorhersagesystem COSMO-DE-EPS durch COSMO-D2-EPS abgelöst.

Das Modellgebiet wird vor allem nach Westen erweitert. Damit können nun auch Beobachtungen vom östlichen Teil der britischen Inseln und insbesondere mehr Radarbeobachtungen über Frankreich genutzt werden. Die Erweiterung nach Süden wurde unter dem Gesichtspunkt getroffen, nun den gesamten Alpenbogen im Modellgebiet zu haben. Durch die Ausdehnung nach Norden und Westen wird schließlich ein deutlich größerer Teil der Nordsee erfasst, was die Windvorhersagen für Offshore-Windparks und bei Sturmflutlagen verbessern kann. Die horizontale Gittermaschenweite wird von bisher 2,8 auf 2,2 Kilometer reduziert und damit die Auflösung dementsprechend verbessert. Die Anzahl vertikaler Schichten wird von bisher 50 auf 65 erhöht. Insbesondere die bodennahe Grenzschicht wird nun deutlich besser aufgelöst.

Hauptgrund, die Modellkonfiguration zu erweitern, war die bessere Darstellung konvektiver Ereignisse, wie beispielsweise Schauer, vor allem in den Frühjahr- und Sommermonaten. An Einzelfällen konnte gezeigt werden, dass durch die Erweiterung des Modellgebiets nach Westen und durch die Assimilation von Radardaten größere konvektive Strukturen dort frühzeitiger erfasst werden können. Falls diese Strukturen langlebig genug sind, um auch nach Deutschland zu ziehen, kann das gelegentlich einen Gewinn an Vorhersagezeit um ein bis zwei Vorhersagezyklen, also um drei bis sechs Stunden bedeuten.

Standards setzen mit der ICAO



Der Council der International Civil Aviation Organization (ICAO) mit Hauptsitz in Montreal (Kanada) entschied 2012, die Dienstleistungen für die zivile Luftfahrt zu modernisieren. In der Folge entstanden 17 so genannte Panels, in denen Experten zu verschiedenen Themen internationale Standards für die zivile Luftfahrt erarbeiten. Eines dieser Panels ist das „Meteorology Panel“ (MET Panel), in dem aktuell etwa 20 Staaten der Vereinten Nationen (UN) Mitglied sind, darunter auch Deutschland. Die ICAO ist eine UN-Sonderorganisation.

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) übertrug die Wahrnehmung der Mitgliedschaft im MET Panel an den Deutschen Wetterdienst (DWD). In verschiedenen Arbeitsgruppen des MET Panels werden sowohl operative als auch neu zu regelnde Themen wie Weltraumwetter, Datenformate, Radioaktivität und das Einrichten neuer regionaler Flugwetterwarnzentren erörtert, aus denen Empfehlungen für das jeweilige Mitglied resultieren.

Die Arbeitsgruppen, genannt Working Groups (WG), des MET Panels treffen sich in der Regel einmal pro Jahr an wechselnden Orten. In allen Arbeitsgruppen des MET Panels werden die so genannten Standards and Recommended Practices für die zivile Luftfahrt erarbeitet und überarbeitet. Sie sind dokumentiert im Annex 3 des Abkommens über die Internationale Zivilluftfahrt, das 1947 in Chicago unterzeichnet wurde, und stellen die weltweit maßgebenden Regelungen für die Flugmeteorologie dar. Die im Annex 3 benannten Standards werden durch die Europäische Agentur für Flugsicher-

links

Die Teilnehmenden der WG-4 MET Arbeitsgruppe im April 2018 vor der DWD-Zentrale in Offenbach

heit EASA in europäisches Recht überführt, wodurch der DWD verpflichtet ist, diese Standards umzusetzen und einzuhalten. Der DWD ist in allen Gruppen vertreten.

Im April 2018 war die WG-4 MET Operations Group (MOG) für eine Woche zu Gast beim DWD in Offenbach. Auf der Agenda standen dabei vor allem Themen des World Area Forecast Systems (WAFS) und des Secure Aviation Data Information Service (SADIS). Auch neu in die MOG zu integrierende Themen wie die Einrichtung von überregionalen Warnzentren (Regional Hazardous Weather Advisory Center, RHWAC) wurden besprochen. Hierzu präsentierte der DWD seine Kompetenz durch mehrere Fachvorträge. Der DWD trägt durch die Mitgliedschaft im MET Panel und die Mitarbeit in den verschiedenen Arbeitsgruppen dazu bei, neue meteorologische Standards in der zivilen Luftfahrt zu setzen.

Ausbau der entgeltfreien Datenabgabe

Seit Inkrafttreten des geänderten DWD-Gesetzes im Juli 2017 hat der DWD die Inhalte auf dem neuen Open-Data-Server kontinuierlich ausgebaut. Die dort angebotenen Inhalte aus den Bereichen „Wetter“ sowie „Klima und Umwelt“ umfassen das gesamte Spektrum der Geodaten des DWD. So finden Nutzer unter der Adresse <https://opendata.dwd.de/weather/> unter anderem folgende wichtige Echtzeitdatensätze, aufgeteilt in die Rubriken:

- Warnungen: /alerts
- Beobachtungen: /weather_reports
- Radardaten: /radar
- Modellvorhersagen: /nwp
- Ortsvorhersagen: /local_forecasts
- Maritime Vorhersagen: /maritime
- Berichte: /text_forecasts

Unter der Adresse https://opendata.dwd.de/climate_environment/ sind Daten aus folgenden Themenbereichen abgelegt:

- Climate Data Center: /CDC
- Global Precipitation Climatology Centre: /GPCC
- COSMO-Reanalysen: /REA
- Gesundheit: /health

Die Daten können kostenfrei und ohne Registrierung von Jedermann heruntergeladen und genutzt werden. Neben den traditionellen Anwendern, die auch schon vor der Änderung des DWD-Gesetzes Daten des DWD genutzt haben, werden durch die Öffnung des Datenschatzes des DWD jetzt auch neue Nutzergruppen motiviert, die DWD-Daten in ihre Prozesse zu integrieren. So erhält der DWD über die Kontaktadresse opendata@dwd.de Rückmeldungen zu neu entwickelten Anwendungen aus einer Vielzahl von Bereichen, die von der einfachen Einbindung einzelner Vorhersage- oder Beobachtungsdaten bis hin zu komplexen Weban-

wendungen, die auf einer Vielzahl von Open-Data-Inhalten basieren, reichen.

Nach einer anfänglich starken Zunahme von Downloadzahlen haben sich die Nutzungszahlen relativ stabil auf hohem Niveau eingependelt. Aktuell werden täglich über fünf Terabyte Daten allein aus dem Internet von den Open-Data-Servern des DWD heruntergeladen.

Um alle gesetzlichen Anforderungen umfassend zu erfüllen, und damit auch die Nutzerfreundlichkeit des Open-Data-Servers weiter zu erhöhen, ist geplant, den aktuell existierenden Downloaddienst um weitere INSPIRE-konforme Dienste, d. h. Such-, Darstellungs- und Transformationsdienste zu ergänzen.

Damals

1881 bezog die Deutsche Seewarte ihr neues Gebäude auf dem Stintfang. Zur feierlichen Einweihung reiste auch Kaiser Wilhelm I. an. Liebevoll wurde es als „umgekippte

Wetterkommode“ bezeichnet. Im April 1945 wurde das Gebäude durch einen Bombentreffer zerstört und nicht wieder aufgebaut.

Heute

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die Aufgaben der Seewarte aufgeteilt. Die meteorologischen Aufgaben wurden dem „Meteorologischen Amt für Nordwestdeutschland“ (MANWD) übertragen, das zum 1. Januar 1953 in den

neu gegründeten Deutschen Wetterdienst integriert wurde. 1947 schon zog das MANWD in das Gebäude der früheren Navigationschule, in dem heute das Seewetteramt des DWD zuhause ist.

WarnWetter-App 2.0: Surfen auf dem Wetter-Zeitstrahl

Der DWD hat die kostenpflichtige Vollversion (einmalig 1,99 Euro) seiner WarnWetter-App grundlegend überarbeitet. Wichtigste Neuerung der Version 2.0. ist ein „Zeitstrahl“. Er ermöglicht den Nutzern, in einem Bildschirm und ohne Umschalten alle Zeitphasen des Wetters zu betrachten – vom 24-Stunden-Blick in die Vergangenheit über das aktuelle Wetter bis zur 24-Stunden-Vorhersage und dem Wettertrend für die kommenden sieben Tage. Die WarnWetter-App 2.0 bietet außerdem an, das Wettergeschehen und damit auch Wettergefahren durch das gleichzeitige Anzeigen mehrerer meteorologischer Größen, wie zum Beispiel Niederschlag, Blitze und Windrichtung bei Gewittern, besser verstehen und bewerten zu können. Die kostenlose, ausschließlich auf explizite Warnungen vor Wettergefahren konzentrierte Version der App wurde mit einem neuen Warnmonitor ausgestattet.

Die Hauptfunktionen der Vollversion der WarnWetter-App des DWD:

- Amtliche Warnungen zur Warnsituation, Infos zur Warnlageentwicklung
- Individuell konfigurierbare Warn-elemente und Warnstufen
- Zuschaltbare Alarmierungsfunktion bei Änderung der Warnlage vor Ort
- Frühe Alarmierung durch „Vorabinformation Unwetter“ als Push-Nachricht
- Widget auf Startbildschirm für individuell ausgewählte Orte/ Warnungen
- Unwettervideos aus dem DWD-TV-Studio bei größeren Unwetterlagen
- „Zeitstrahl“ für den Wetterverlauf über insgesamt neun Tage
- Möglichkeit der parallelen Einblendung mehrerer Wetterphänomene
- Aktuelle Wetterradarbilder mit Anzeige der georteten Blitze
- Aktueller Warnmonitor für Gewitter, Glatteis, Starkregen und Schneefall
- Integrierte Hitzewarnungen und Angaben zur lokalen Wärmebelastung
- UV-Warnungen in Ortsansicht und als flächige Karte
- Hochwasserwarnungen und Hochwasserlage in den Bundesländern
- Sturmflutwarnungen, Wasserstandsvorhersage für die deutsche Küste
- Einschätzung der Lawinengefahr für Stationen der Bayerischen Alpen
- Teilen von Warninformationen in Social Media
- Weitere Wetterinformationen zur Personalisierung des Unwetterrisikos



Damals

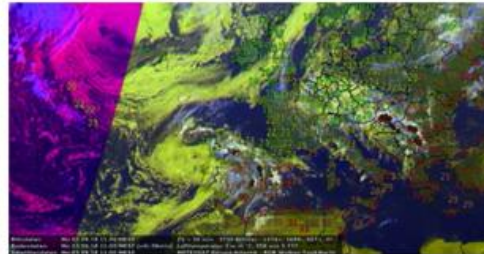


Heute

Technologie-Preis für Ninjo



01



02

Die Europäische Meteorologische Gesellschaft (EMS) verlieh bei ihrer jährlichen Tagung den Technologie-Preis an das Ninjo-Konsortium. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) startete gemeinsam mit dem Geoinformationsdienst der Bundeswehr im Jahr 1999 die Entwicklung des meteorologischen Arbeitsplatzsystems Ninjo. Zwischen 2001 und 2003 traten die nationalen Wetterdienste der Schweiz, Dänemarks und Kanadas dem Konsortium bei. Zudem nutzen heute weitere Wetterdienste sowie zahlreiche nationale und internationale Einrichtungen Ninjo.

Das Software-System Ninjo verarbeitet alle aktuell verfügbaren meteorologischen Daten sowohl für die Wettervorhersage als auch für die Erstellung von Wetterwarnungen. Es ist in der Lage, alle Arten meteorologischer Beobachtungs- und Vorhersagedaten auf dem Bildschirm grafisch zu präsentieren. Ninjo erleichtert damit signifikant die Arbeit der Vorhersagemeteorologinnen und -meteorologen, da es die täglich neu eintreffenden zwei Terabyte an Daten übersichtlich zusammenstellt. Zu diesen gehören im Wesentlichen

- Daten von Wetterstationen wie zum Beispiel Temperatur, Druck, Niederschlag; Messdaten von Flugzeugen, Wetterballonen, Schiffen und Meeresbojen
- Daten der DWD-eigenen und weiterer europäischer Wetterradarstationen, des weltumspannenden Netzwerks von Wettersatelliten sowie eines europaweiten Messnetzes für Blitze
- die Analysen und Vorhersagen verschiedener Wettervorhersagemodelle weltweit bis zu zehn Tagen und für Mitteleuropa mit deutlich höherer Genauigkeit bis zu 27 Stunden im Voraus
- Daten zur Kurzfristvorhersage bis sechs Stunden im Voraus zur frühzeitigen Erkennung extremer und warnwürdiger Ereignisse wie Starkniederschlag, Sturm, Gewitter, oder Glätte

01

Ninjo-Darstellung Mitteleuropa, 3.9.2018, 11.00 Uhr - Wetterübersicht mit Temperaturen, Bewölkung, Wetterradar und Blitzdaten

02

Ninjo-Darstellung Europa, 3.9.2018, 11.00 Uhr - Darstellung der Satellitenwolken mit Falschfarben um z. B. niedrige Wolken (gelb) sichtbar zu machen

Über Ninjo ist es möglich, die verschiedenartigen Daten in Form von so genannten Layern zu überlagern und gemeinsam darzustellen. Auf dieser Basis können mit Ninjo unterschiedlichste Daten, Karten und Warnungen für eine Vielzahl von Kunden wie insbesondere des Katastrophenschutzes und der Luftfahrt erstellt werden.

DWD gestaltet Copernicus mit

Seit dem operationellen Start im Jahr 2014 hat sich das Erdbeobachtungsprogramm Copernicus der Europäischen Union (EU) zum weltgrößten dieser Art entwickelt. Copernicus versorgt seine Nutzer, in erster Linie politische Entscheidungsträger, aber auch Unternehmen und Wissenschaft, mit frei zugänglichen und entgeltfreien Informationen. Insbesondere für die Weiterentwicklung des Copernicus-Klimawandeldienstes (Copernicus Climate Change Service, C3S), der im EU-Auftrag vom Europäischen Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) durchgeführt wird, war 2018 ein ereignisreiches Jahr.

So nahm im Juni 2018 der Climate Data Store (CDS) seine Arbeit auf. Dieser bietet freien Zugriff auf alle Klimadaten und Datenverarbeitungswerkzeuge des C3S. Die freie Datenpolitik und der einfache Zugang zu Copernicus-Daten bedeuten einen großen Mehrwert für Wirtschaft und behördliche Anwender. Zeitgleich wurden die neuen Copernicus-Datenplattformen (Data and Information Access Services, DIAS) in Betrieb genommen, über die Nutzer leichten Zugang zu Copernicus-Satellitendaten und die Möglichkeit zur cloud-basierten Prozessierung von größeren Datenmengen haben. Somit wird das operationelle Copernicus-Programm der EU auch zukünftig Standards setzen und die weltweite satellitengestützte Erdüberwachung und darauf basierende Services maßgeblich gestalten.

Dies ist auch Verdienst der intensiven und engen Zusammenarbeit des Deutschen Wetterdienstes (DWD) mit seinen europäischen Partnern. So war der DWD im Jahr 2018 aktiv an der Mitgestaltung der Copernicus-Dienste Klimawandel (C3S) und Atmosphärenüberwachung (Copernicus Atmosphere Monitoring Service, CAMS) sowie an der Bereitstellung von entsprechenden Daten und Produkten beteiligt. Operationelle Beiträge des DWD umfassen Jahreszeitenvorhersagen, satellitenbasierte Klimaüberwachungsdatensätze, auf Beobachtungen basierende Klima- und Umweltüberwachungsprodukte für Europa, Qualitätssicherung der meteorologischen Datensammlung für das Europäische Hochwasserfrühwarnsystem (European Flood Awareness System, EFAS) und die Qualitätssicherung des C3S-Datenportals und dessen Inhalte.

Die intensive deutsche Mitwirkung am Copernicus-Programm wird auch durch die Ausrichtung zweier bedeutender Copernicus-Veranstaltungen im vergangenen Jahr in Deutschland deutlich: Die zweite europaweite Generalversammlung des C3S fand unter der Schirmherrschaft des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im September in Berlin statt. Des Weiteren wurde im November das Nationale Forum für Fernerkundung und Copernicus unter dem Motto „Copernicus gestaltet“ im BMVI in Berlin abgehalten. Der DWD richtete die Fachsessions zu den Themenbereichen Klimawandel (C3S) und Atmosphärenüberwachung (CAMS) aus.

Aktuell plant C3S die nächste Finanzierungsphase ab 2021. Dann werden auf Basis des EU-weiten Nutzerbedarfes weitere Datensätze in den CDS integriert werden, die eine breitere Palette von Klimavariablen, -indikatoren und Sektoren abdecken. Zudem werden neue Komponenten entwickelt und operationalisiert. Im Fokus stehen dabei als neue Services dekadische Klimavorhersagen, die quantitative Feststellung des Klimawandelanteiles an einem aufgetretenen klimatischen Extremereignis („attribution“) sowie das Treibhausgasmonitoring. Der DWD wird sich bei diesen neuen Themen einbringen.



oben

Generalversammlung des Klimawandeldienstes (C3S) im September im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Bundesregierung startet neues Portal zur Vorsorge gegen Klimaschäden



Seit September können sich Behörden, Unternehmen und interessierte Bürgerinnen und Bürger beim „Deutschen Klimavorsorgeportal“ über Möglichkeiten informieren, sich an den Klimawandel anzupassen. Bundesumweltministerin Svenja Schulze stellte das Portal gemeinsam mit dem Deutschen Wetterdienst in Berlin der Öffentlichkeit vor. Das „Deutsche Klimavorsorgeportal“ (KLiVO) bietet staatlich geprüfte und aktuelle Informationen zum Klimawandel in Deutschland und Empfehlungen zur Vorsorge gegen Klimaschäden. Mit KLiVO können Interessenten den Vorsorgebedarf für ihre

Region und ihren Tätigkeitsbereich erkennen und bekommen Tipps für geeignete Maßnahmen. Das Portal ist im Internet unter www.klivoportal.de zu finden.

Das KLiVO bündelt Daten, Leitfäden, Webtools und Karten von Bund und Bundesländern. Die Informationen werden durch zwei Netzwerke zur Verfügung gestellt: Der „Deutsche Klimadienst“, angesiedelt beim Deutschen Wetterdienst, erstellt Daten und Informationen rund um den Klimawandel. Das „KlimAdapt-Netzwerk“, angesiedelt beim Umweltbundesamt, stellt die

Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel zur Verfügung und entwickelt diese gemeinsam mit Anwendern weiter. Wissenschaftliche und objektive Fakten sowie verlässliche Daten bilden die Grundlage für Entscheidungen zu Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen im sich abzeichnenden Klimawandel. Das Portal bietet damit passgenaue Informationen und Tipps, um Schäden durch den Klimawandel – sei es durch Hitze und Trockenheit oder Stürme, Starkregen und Überschwemmungen – zu vermeiden.



Damals

Die meteorologische Abteilung der Deutschen Seewarte um das Jahr 1925. Links an der Wand ist der so genannte Sprung'sche Laufgewichtsbaryograph zu

sehen, mit dem der Luftdruck registriert wurde. Die Wettervorhersage war höchstens für einen Tag möglich.



Heute

Die Regional- und Seewetterzentrale (RSZ) im Seewetteramt heute: Messgeräte sind keine mehr zu sehen. Ohne Informationstechnik ist die Wettervorhersage heute nicht mehr vorstellbar. Der Meteorologin vom Dienst stehen

umfangreiche Informationen in nahezu Echtzeit zur Verfügung, die auf verschiedenen Bildschirmen visualisiert werden. Die Vorhersage für sieben Tage ist heute besser als für einen Tag vor gut 50 Jahren.

Interdisziplinäre Kontaktstelle Agrarmeteorologie (inKA)

Als zentrale Anlaufstelle für Bundes- und Landesbehörden bei fachübergreifenden Fragestellungen wurde 2018 die interdisziplinäre Kontaktstelle Agrarmeteorologie (inKA) gegründet. Sie ist am Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF) in Braunschweig angesiedelt. Durch die Bündelung der Kompetenzen von DWD, Julius Kühn-Institut und Thünen-Institut sollen Synergieeffekte genutzt und die Effektivität bei der Bearbeitung von Anfragen erhöht werden. Vor allem beim Themenkomplex Auswirkungen von Wetter und Klima auf die Land- und Forstwirtschaft ist eine gemeinsame Bearbei-

tung sinnvoll, wobei gleichzeitig die Zusammenarbeit der beteiligten Einrichtungen gestärkt wird. Bei fachübergreifenden Fragestellungen war es bisher oft schwierig, die passenden Ansprechpartner in den verschiedenen Behörden ausfindig zu machen. Die Vernetzung hilft somit, Anfragen schnell und fundiert zu beantworten.

InKA dient zusätzlich als Plattform für die gemeinsame Bearbeitung von Forschungsfragen, der Entwicklung agrarmeteorologischer Produkte und der Identifizierung von weiterem Forschungsbedarf.



oben

Unterzeichnung der gemeinsamen Vereinbarung am 21. September 2018 in Braunschweig (v. l. n. r.): Prof. Dr. Paul Becker (Vizepräsident des DWD), Prof. Dr. Georg Backhaus (Präsident des Julius Kühn-Instituts) und Prof. Dr. Folkhard Isermeyer (Präsident des Thünen-Instituts)



Damals



Heute

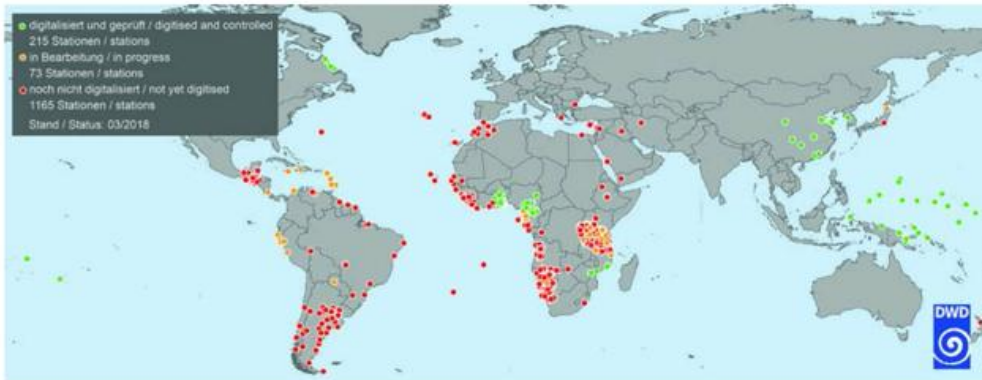
Damals

Ab 1876 organisierte Wladimir Köppen den Sturmwarndienst der Seewarte neu. Entlang der deutschen Küsten von Ostfriesland bis nach Ostpreußen wurden insgesamt 164 Signalstellen errichtet, an denen Wettermeldungen erhoben und durch optische Signale an Masten Warnungen vor Starkwind und Sturm angezeigt wurden.

Heute

Der Wetterfunksender Pinneberg des DWD sendet heute Wettervorhersagen und Warnungen für die Schiffe auf der Nord- und Ostsee über das so genannte NAVTEX-System. Es ist ein weltweit verbreitetes Verfahren, meteorologische und nautische Warnnachrichten, Seewettervorhersagen oder Seenotmeldungen an Schiffe zu übermitteln.

Datenerhebungen der Deutschen Seewarte in Übersee



oben

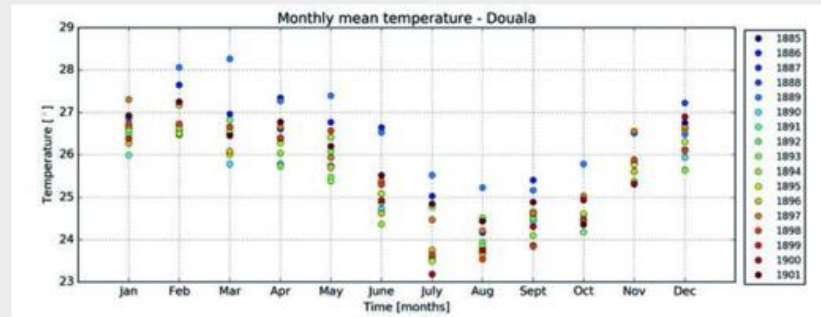
Lage der ca. 1880 Übersee-
stationen der Deutschen
Seewarte Hamburg für
den Zeitraum von 1830
bis 1943

Die Deutsche Seewarte in Hamburg (1875 bis 1946) errichtete in den Kolonialgebieten des Deutschen Reiches sowie in weiteren Regionen weltweit meteorologische Messnetze. Dort wurden insbesondere bis zum Beginn des Ersten Weltkriegs, teilweise auch bis 1943, regelmäßig Beobachtungs- und Messdaten erhoben und zur Seewarte übermittelt. Heute lagern die Beobachtungsbögen und Klimatagebücher in den Archiven des Deutschen Wetterdienstes in Hamburg und werden derzeit digitalisiert, bevor sie für die Ursprungsländer und das WMO World Data Center for Meteorology bei der NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA) bereitgestellt werden.

Damals dienten die Daten der qualitativen Klimabeschreibung der überseeischen Gebiete und stellten eine wichtige Grundlage für die globale Klimaklassifikation von Wladimir Köppen dar. Heute sind die historischen Daten eine unverzichtbare Datenquelle bei der Erforschung des Klimawandels und gehen in die Reanalysen zur Rekonstruktion der damaligen atmosphärischen Bedingungen ein. 2018 wurde die Digitalisierung und Qualitätsprüfung der Wetteraufzeichnungen aus Kamerun abgeschlossen.

Daten aus Kamerun

Das Messnetz des Kameruner Wetterdienstes umfasst heutzutage 21 Wetterstationen. Die Deutsche Seewarte unterhielt insgesamt 228 Mess- und Beobachtungsstellen in Kamerun. Eine davon befand sich in Douala. Die Stadt liegt am Atlantischen Ozean im Bereich der äquatorialen Klimazone und weist einen nur geringen Jahresgang der Lufttemperatur auf. Ein Vergleich mit aktuellen Daten zeigt, dass die Monatsmitteltemperaturen der letzten 20 Jahre um etwa 1 °C höher liegen. Sie bewegen sich zwischen rund 25 °C im Juli und August und um 28 °C von Januar bis März. Aus einem Vergleich der zur Zeit der Seewarte gewonnenen Daten mit denen der Reanalyse 20CR v2c (Twentieth Century Reanalysis) der NOAA (Compo et al., 2011) ergibt sich für die Gitterpunkte um Douala, dass die Jahresmittelwerte der Reanalyse um bis zu rund 2 K unter denen der historischen Stationsbeobachtungen liegen. Durch die Einbeziehung der digitalisierten Daten kann hier eine Qualitätssteigerung erzielt werden.



.....
Heute



.....
Damals

Heute

Das Messnetz des Kameruner Wetterdienstes umfasst nur noch 21 Wetterstationen. Am Mount Cameroon wird das Wetter nicht mehr aufgezeichnet. Die nächste Wetterstation befindet sich am Flughafen in Douala in gut 50 Kilometer Entfernung. Die Abbildung zeigt die Monatsmittel der Lufttemperatur in Douala aus den Jahren 1885 bis 1901.

Damals

Die meteorologische Hauptstation Buea in Kamerun wurde auf 950 Metern Höhe am Fuß des Mount Cameroon eingerichtet. Die Beobachtungsdaten, die von 1891 bis 1914 hier erhoben wurden, erhielt die Deutsche Seewarte in Hamburg mit der Diplomatenpost. Diese Station ist eine von insgesamt 228 Stationen, deren Digitalisierung 2018 abgeschlossen wurde.

Weltorganisation für Meteorologie (WMO): DWD zum World Meteorological Centre ernannt

Mit der Einführung der Ensemblevorhersage ICON-EPS konnte der DWD sich als WMO World Meteorological Centre (WMC) bewerben. Für eine erfolgreiche Bewerbung ist es erforderlich, globale deterministische Vorhersagen sowie globale Ensemble- und Jahreszeitevorschagen zu erstellen.

Bereits 2017 war der DWD zum Global Producing Centre for Long-Range Forecasts ernannt worden, der Bereich der Jahreszeitevorschagen war damit abgedeckt. Im Jahr 2018 erfolgte dann die Ernennung zum Regional Specialized Meteorological Centre for Global Deterministic Numerical Weather Prediction für die deterministische Vorhersage und Regional Specialized Meteorological Centre for Global Ensemble Numerical Weather Prediction für die Ensemblevorhersage. Damit waren die Voraussetzungen für die Ernennung zum WMC erfüllt.

Als WMC stellt der DWD Vorhersagen und Meteogramme auf Englisch öffentlich und online zur Verfügung und schickt Verifikationsergebnisse regelmäßig an die dafür zuständigen Lead-Centre. Die WMO wird in regelmäßigen Abständen die vom DWD übernommenen Funktionen auditieren.



Damals



Heute

Damals

Um 1905: Aufstieg eines Drachens an Bord des Schiffes PLANET, um Parameter wie Luftdruck, Temperatur und Wind in der Höhe zu messen. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurden solche Höhen-sondierungen im Auftrag der Deutschen Seewarte durchgeführt. Bereits 1903 hatte Wladimir Köppen eine Drachenstation in Groß-Borstel eingerichtet.

Heute

Automatischer Start einer Radiosonde von einem Schiff - heute befinden sich weltweit rund 20 so genannte ASAP-Stationen an Bord von Schiffen. ASAP steht für Automated Shipboard Aerological Programme. Die europäische E-ASAP-Flotte führt jährlich über 4.000 Sondierungen mit Wetterballonen bis zu einer Höhe von rund 20 Kilometern durch.

Netzwerk der europäischen Wetterdienste, EUMETNET: Start der neuen Programmphase

Während der Generalversammlung von EUMETNET im November 2018 in Zagreb (Kroatien) wurde die neue fünfjährige Programmphase von den 31 teilnehmenden Wetterdiensten verabschiedet. Neben der Fortführung der bisherigen Programme, an denen der DWD weiterhin mitarbeitet, wurden einige neue Aktivitäten beschlossen.

Im Jahr 2018 startete das neue Programm AutoPollen, das sich mit Methoden zur automatischen Pollensammlung beschäftigt. Dies soll das Pollenmonitoring in Echtzeit verbessern. Angesichts des Klimawandels zeigt sich ein Trend zu verlängerten Pollenflugseasons, von denen eine zunehmende Zahl von Allergikern betroffen ist.

EUMETNET ist seit 2009 eine Interessenvereinigung nach belgischem Recht (EIG) mit Sitz in Brüssel. Basis ist ein Vertrag, der bis zum Jahr 2019 galt. Die Direktoren der teilnehmenden Wetterdienste unterzeichneten eine Ergänzung dieses EIG-Agreements, das damit ab 2019 für weitere zehn Jahre gültig ist.



Damals

Nachdem im Zweiten Weltkrieg die Unterlagen zu laderaum-meteorologischen Untersuchungen der Deutschen Seewarte verloren gegangen waren, brach 1955 die M. S. STECKELHÖRN zu ihrer ersten Laderaum-Forschungsfahrt nach Westafrika auf. Das Bild

zeigt ihre Rückkehr nach Hamburg. Das damalige Instrumentenamt Nord des Deutschen Wetterdienstes unterstützte die Meteorologen des Seewetteramtes mit der Entwicklung und Verbesserung von Instrumenten für die Messungen an Bord.

Heute

Mögliche Gefahrenzonen auf den Weltmeeren für Schiffsladungen: Auf den Seewegen durch verschiedene Klimazonen besteht die Gefahr, dass Schäden an der Ladung auftreten. Das Risiko ist besonders groß, wenn sich Lufttempe-

ratur und/oder Luftfeuchte stark ändern und sich im Laderaum Schwitzwasser bildet. Gezielte Lüftungsmaßnahmen für die Laderäume in Abhängigkeit von der Außenluft sind hier gefragt.

EUMETSAT und ESA: drei erfolgreiche Starts

Gleich drei Satelliten zur Beobachtung des Erdsystems wurden im Jahr 2018 erfolgreich gestartet: Im April startete Sentinel-3B im Rahmen des Copernicus-Programms der EU, im August Aeolus Atmospheric Dynamic Mission (ADM) aus der Reihe der Earth Explorers-Missionen von ESA und im November folgte Metop-C im Rahmen des EUMETSAT Polar System-Programms, kurz EPS.

Diese drei Satelliten bieten innovative Möglichkeiten, das troposphärische Windfeld zu beobachten, die meteorologische Beobachtung von Land- und Meeresoberflächen zu erweitern und vor allem die operationelle Kontinuität von notwendigen Beobachtungsdaten für die numerische Wettervorhersage zu sichern. Die satellitengestützte Fernerkundung stellt eine wesentliche Quelle von Beobachtungsdaten dar, ohne die eine Wettervorhersage heutiger Qualität nicht denkbar wäre.

Die Entwicklungsarbeiten für die zukünftigen Satellitengenerationen „Meteosat Third Generation (MTG)“ für das geostationäre Satellitenprogramm und „EUMETSAT Polar System Second Generation (EPS-SG)“ für das polumlaufernde Satellitenprogramm sind im vollen Gange. Im Jahr 2018 erreichten die dafür notwendigen Beiträge der insgesamt 30 EUMETSAT-Mitgliedsstaaten mit 594 Millionen Euro einen Spitzenwert. Zu Beginn des nächsten Jahrzehnts sollen die ersten Satelliten dieser beiden Programme in Betrieb gehen.



Damals

Die Bordwetterwarte auf dem Fischereiforschungsschiff (FFS) MEERKATZE in den 1950er Jahren: Per Funkübertragung wurden Wetterdaten gesendet und

empfangen (vorne). Der Bordmeteorologe (hinten) analysiert die teilweise noch manuell gezeichneten Wetterkarten.



Heute

Satelliten sind heute das Mittel der Wahl zur Datenübertragung auf den hauptamtlichen Wetterwarten an Bord der Forschungsschiffe METEOR und POLARSTERN (Bild). Dem Meteorologen steht eine Standleitung zu einem Kommunikationssatelliten zur Verfügung, der unter

anderem Satellitenbilder für die Wettervorhersage überträgt. Neben der Seewetterberatung, bei der es beispielsweise auch um den effektiven Ablauf von Forschungsexperimenten geht, spielt die Flugwetterberatung auf der POLARSTERN eine wichtige Rolle.

DWD und GIZ: PrAda

Es geht um die „Anpassung landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten an den Klimawandel“ kurz PrAda - ein Projekt, das der DWD und die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) zur Agrarmeteorologie in Madagaskar gemeinsam durchführen. Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit der Akteure in Madagaskar in ausgewählten, gegenüber dem Klimawandel besonders anfälligen, landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten zu erhöhen. Konkret heißt dies, dass der DWD zu PrAda beiträgt, indem er den Madagassischen Wetterdienst DGM (Direction Générale de la Météorologie à Madagascar) dabei unterstützt, agrarmeteorologische und agronomische Beratungsleistungen auf- und auszubauen.

Im Fokus steht dabei insbesondere eine nachhaltige Nutzung des vom Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (ZAMF) des DWD entwickelten Softwarepakets AgrarMeteorologische Beratung, kurz AMBER, in Madagaskar. Hierzu wird in einem ersten Schritt das Teilmodell AMBAV zur Berechnung der Verdunstung und der Bodenfeuchte unter landwirtschaftlichen Kulturen angepasst. Am ZAMF wurden erste Messungen an Rizinus, Ingwer und Kaffee durchgeführt - drei für Madagaskar wichtige Kulturpflanzen. Des Weiteren soll die DGM in die Lage versetzt werden, über die Projektdauer hinaus eine angemessene Datengrundlage vorzuhalten, um agrarmeteorologische Beratungsprodukte zu erstellen.



oben

Rizinus-Pflanze, eine der drei für Madagaskar wichtigen Kulturpflanzen, auf dem Versuchsfeld des ZAMF in Braunschweig

Im Rahmen von zwei Missionen nach Madagaskar besprachen DWD-Beschäftigte die konkreten Perspektiven der künftigen Zusammenarbeit. Dabei wurden das Modell AMBAV sowie eine erste Version einer Anwendungssoftware dieses Modells vor Ort vorgestellt. Zudem standen Treffen mit Ministeriumsvertretern, DGM- und GIZ-Mitarbeitenden sowie Exkursionen in die Haupt-Untersuchungsregion im Süden des Landes auf dem Programm.

DWD-Beschäftigte im Rahmen internationaler Personalpolitik

Im Jahr 2018 arbeiteten insgesamt 203 DWD-Beschäftigte in internationalen Expertengruppen mit, die meisten davon in der Rolle als Delegierte/r eines Gremiums oder als Ansprechperson (Focal Point) für Fachfragen. Die WMO war die Organisation, für die die meisten DWD-Kolleginnen und -Kollegen als Experten aktiv waren, gefolgt von EUMETNET und EUMETSAT. Manche Beschäftigte übernahmen mehrere Rollen, so waren zum Beispiel 85 DWD-Mitarbeitende in 175 Rollen bei der WMO aktiv (in dieser Statistik wurden nur Rollen ausgewertet).

Sieben Beschäftigte sammelten im Rahmen des DWD-Programms „In die Welt für DWD-Know-how“ Erfahrungen bei Partnerorganisationen, darunter auch eine Hospitation beim European Emergency Response Coordination Centre (ERCC) in Brüssel, wo im Auftrag der Europäischen Union eine „European Natural Hazard Scientific Partnership“ aufgebaut wird. Darüber hinaus entsandte der DWD zwei Beschäftigte zur WMO und drei zu EUMETSAT.

Auch im Jahr 2018 konnte mit Unterstützung durch den DWD die Präsenz deutscher Experten bei der WMO im Rahmen des UN Junior Professional Officer (JPO) Programms gesichert werden: Fünf junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiteten als JPO bei der WMO.



Damals



Heute

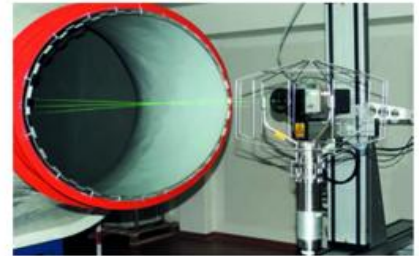
Damals

Der Combe'sche Apparat zum Prüfen von Windmessern im Lichthof der Deutschen Seewarte. Ein gasbetriebener Motor versetzte den Apparat in Bewegung. Die an seinem Ausleger befestigten Windmessgeräte wurden so einem definierten Luftstrom ausgesetzt.

Heute

Der DWD verfügt über zwei Windkanäle. Das Bild zeigt den Windkanal in Hamburg-Sasel, der zweite befindet sich in Oberschleißheim. Alle Windsensoren im Messnetz werden in regelmäßigen Abständen in einem der beiden Windkanäle kalibriert. Als Normal für die Strömungsgeschwindigkeit der Luft kommen dabei modernste Laser-Doppler-Anemometer zum Einsatz, mit denen die Geschwindigkeit von Streuteilchen (Tracerpartikel) im Luftstrom hochpräzise bestimmt wird.

Messwerte vergleichen – mit kalibrierter Messtechnik



oben

Kalibrieraufbau im
Windkanal in Hamburg-
Sasel

Um meteorologische Werte international vergleichen zu können, ist es wichtig, dass die eingesetzte Messtechnik kalibriert ist. Die Kalibrierlaboratorien an den Technik-Standorten Hamburg-Sasel und Oberschleißheim des DWD wurden im September von der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) zu so genannten Regional Instrument Centre (RIC) für die WMO-Region VI (Europa, Mittlerer Osten) ernannt. In diesen beiden RICs können meteorologische Sensoren für Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck und Wind für andere Wetterdienste aus der Region VI kalibriert werden (metrologische Rückführung).

Dies ist auch eine der Kernaufgaben eines RIC: die Unterstützung anderer Wetterdienste im Bereich der Kalibrierung und metrologischen Rückführung. Gleich im September 2018 nutzte der slowenische Wetterdienst Agencija Republike Slovenije za Okolje (ARSO) das Angebot des RIC Hamburg-Sasel und ließ einige Ultraschallwindensensoren kalibrieren. Im Auftrag von ARSO war einer der Sensoren mit einem speziellen Vogelschutz modifiziert worden. Im Hamburger Labor wurde daher auch der Einfluss dieses Vogelabweisers auf die Messwerte untersucht.

In der Region VI gibt es neben den beiden DWD-Standorten nur die Kalibrierlaboratorien in Toulouse, Bratislava, Ljubljana und Ankara, die in unterschiedlichem Umfang auch als RIC fungieren. Grundlage, um sich als RIC zu bewerben, ist eine Durchführung der Kalibriertätigkeiten nach der ISO17025 und eine Begutachtung durch die WMO. Bereits im September 2017 waren die beiden DWD-Laboratorien von der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAKKS) nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert worden, so dass die Begutachtung der Laboratorien vor Ort seitens der WMO entfallen konnte.

Kurzwellensender in Halbleitertechnologie für den Wetterfunksender Pinneberg



oben

Die neuen Kurzwellensender im Sendesaal des Wetterfunksenders Pinneberg

Direkt neben der Bundesautobahn A-23 Richtung Norden, an der Ausfahrt Pinneberg-Nord, befindet sich die Wetterfunksendestelle (WFS) Pinneberg des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Es ist die einzige Einrichtung dieser Art in der Bundesrepublik Deutschland. Mit der Wetterfunksendestelle erfüllt der DWD seinen gesetzlichen Auftrag, die Seeschifffahrt meteorologisch zu sichern. Im Rahmen des internationalen Schiffsicherheitsvertrages SOLAS (Safety of Life at Sea) verbreiten die Sender rund um die Uhr Wetterberichte, Unwetterwarnungen und nautische Warnnachrichten an Schiffe auf See. Der DWD leistet damit einen wichtigen Beitrag, Leben auf See zu schützen.

Herzstück des WFS ist der so genannte Sendesaal: Von hier aus geht es per Lang-, Mittel- und Kurzwelle in alle Welt. Die Daten kommen direkt aus der Zentrale des DWD in Offenbach, vom Seewetteramt und vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) in Hamburg. Die bisher eingesetzten Kurzwellensender in der 10 und 20 kW-Leistungsklasse waren nach einer Lebensdauer von bis zu 30 Jahren technisch veraltet und fehleranfällig. Ersatzteile für die Röhrensender wurden knapp oder waren nicht mehr verfügbar. Sechs neue Kurzwellensender in Halbleitertechnologie mussten beschafft werden.

Nach Planungs-, Ausschreibungs- und Testphase sind die sechs neuen rechnergesteuerten 10 kW-Kurzwellensender aktuell im aktiven Betrieb. Sie werden mit einer Leistung von maximal 10 kW in den Betriebsarten Bildfunk (Fax), Funkfern schreiben und nun auch zusätzlich für Sprachsendungen genutzt.

Nachdem die Rundfunkanstalten ihre Seewettermeldungen über die Kurzwelle eingestellt hatten, entschloss sich der DWD, eigene Sprachsendungen auszustrahlen, um der großen Nachfrage aus der Berufs- und Sportschifffahrt gerecht zu werden. Inzwischen werden zu den bisherigen Fax-, Funkfern schreiben- und NAVTEX-Sendungen zusätzlich vier Mal täglich auf den Kurzwellenfrequenzen 5.905 und 6.180 kHz gesprochene Seewetterberichte als Testsendungen ausgestrahlt. Dies geschieht in Fax-Sendepausen, zu denen die neuen Kurzwellensender die Frequenz und Betriebsart wechseln.

Ein großer Vorteil der Kurzwelle ist, dass sie nahezu weltweit unter Nutzung verschiedener Kurzwellenfrequenzen zu empfangen ist. Deutsche Seefahrer sind besonders häufig im gesamten Bereich der Nord- und Ostsee, den westeuropäischen Gewässern und ganzjährig im Mittelmeer unterwegs. Die Langwelle kann zuverlässig bis zum Ijsselmeer im Westen, dem Skagerrak im Norden und Schweden (Höhe Stockholm) im Osten empfangen werden. Für weitere Distanzen ist ausschließlich der Empfang via Kurzwelle möglich. Während Arktis- und Antarktisreisen deutscher Forschungsschiffe wie beispielsweise der POLARSTERN dienen Kurzwellenausstrahlungen als wichtige Informationsquelle. Satellitenverbindungen zur Internetnutzung kommen in diesen Fällen bei Positionen in hohen Breitengraden nur eingeschränkt zustande.

Modernes Studium

Auf dem Campus der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) in Langen betreibt der DWD seine zentrale Aus- und Fortbildungseinrichtung. Am DWD-Bildungszentrum arbeitet ein Team von hauptamtlich Lehrenden, Lehrbeauftragten, Dozentinnen und Dozenten für die Fortbildung sowie Servicemitarbeitenden. Die räumliche und technische Ausstattung des Bildungszentrums ist auf dem neuesten Stand und bietet für die Aus- und Fortbildung eine ausgezeichnete Arbeits- und Lernumgebung.

Zahlreiche Fortbildungsveranstaltungen wurden von Dozentinnen und Dozenten des Bildungszentrums sowie von weiteren Mitarbeitenden des DWD in Langen durchgeführt. Zudem absolvierten drei Lehrgänge die Laufbahnausbildung des gehobenen Wetterdienstes sowie zwei Lehrgänge die Ausbildung des mittleren Wetterdienstes der Bundeswehr. Zwei Kurse mit Meteorologen mit Universitätsabschluss Bachelor durchliefen in Langen erfolgreich ihre Einweisungsschulungen. Der Geschäftsbereich Wettervorhersage des DWD veranstaltete die Seminare für die gemeinsame Lizenz der Wetterberaterinnen und Wetterberater, die in der Vorhersage- und Beratungszentrale in Offenbach, den Regionalen Wetterberatungen in Essen, Leipzig, München, Potsdam und Stuttgart, der Regional- und Seewetterzentrale in Hamburg oder an einer der fünf Luftfahrtberatungszentralen des DWD eingesetzt werden.

Zukünftige Wetterberaterinnen und Wetterberater absolvieren an der Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung ihr Grund- und Hauptstudium mit dem Abschluss Diplom-Meteorologe/Meteorologin (FH). Um dieses Studium fit für die Zukunft zu machen, wurden beim DWD im Jahr 2018 erste wichtige Schritte unternommen. Zunächst wurde das Grund- und Hauptstudium auf die aktuellen Anforderungen angepasst. Der berufspraktische Teil des Studiums wird derzeit noch überarbeitet und neu strukturiert. Teile der Lizenzausbildung und der Lizenzzwischenprüfung sollen in das Studium bzw. in die Diplomprüfung integriert werden, um so die relativ lange Ausbildungszeit spürbar zu reduzieren und dabei gleichzeitig einen qualitativ hochwertigen und modernen Studiengang der Meteorologie anzubieten.



Damals

Ab 1951 präsentierte – zunächst zwei- bis dreimal in der Woche – ein Meteorologe des Seewetteramts live nach der Tagesschau den aktuellen Wetterbericht, der mit Kreide aufgemalt wurde – hier im Bild

Dr. Gerd Roediger. Kurz vor Weihnachten des Jahres 1952 hatte der Meteorologische Dienst der DDR erstmals einen Wetterbericht im Fernsehen präsentiert.



Heute

Das DWD-TV-Studio in der Offenbacher Zentrale heute, Dipl. Met. Jacqueline Kernn bei der Produktion eines Clips: Längst hat Kollege Computer das manuelle Zeichnen der Wetterkarte abgelöst. Neben der Produktion von Unwetter-

und Erklärclips sind bei besonderen Wetterlagen heute auch Live-Schalten in das Studio möglich. Alle Unwetterclips werden über die Homepage sowie den YouTube-Kanal des DWD verbreitet.

Grundsteinlegung Niederlassung Potsdam

Potsdam ist nach der Zentrale in Offenbach und der Niederlassung Hamburg mit dem Seewetteramt der drittgrößte Standort des DWD. Im Mai 2018 hatten die Rohbauarbeiten für den Neubau der dortigen Niederlassung begonnen. Anfang Oktober fand dann die feierliche Grundsteinlegung statt. In Vertretung des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) betonte Staatssekretär Guido Beermann die Wichtigkeit des DWD vor Ort, gerade in Zeiten des Klimawandels. Das BMVI investiert für den Neubau, der im Jahr 2022 Platz für fast 200 Arbeitsplätze bieten wird, rund 37 Millionen Euro. Es entstehen insgesamt sechs Gebäudeteile, in denen Büroflächen, Elektroniklabore, Werkstätten und Lager untergebracht sein werden. Im Erdgeschoss verbindet ein Wetterboulevard alle Baukörper und verknüpft sie mit dem Außenbereich. Ein Gebäudeteil der insgesamt rund 11.000 qm großen Nutzfläche wird als Nebenstandort für das Deutsche Meteorologische Rechenzentrum (DMRZ) in Offenbach aufgebaut. Im Außenbereich wird ein Antennenturm aufgestellt. Eine Schwenkantenne wird hier die Daten der Wettersatelliten empfangen, die die Erde in einer Höhe von etwa 850 Kilometern über die Pole umrunden und dabei Informationen zum Wettergeschehen übermitteln.

Die Aufgaben der DWD-Beschäftigten an der Niederlassung Potsdam:

- Regionale Wetterberatung und Erstellung von bedarfsgerechten und zielgruppenspezifischen Wettervorhersagen für die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin
 - Erstellung von Wetterwarnungen
 - Enge Zusammenarbeit mit allen Ebenen der Katastrophenschutzbehörden
 - Flugmeteorologische Sicherung der Luftfahrt für die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Berlin, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
 - Kontinuierliche Verifikation der Vorhersageverfahren
 - Entwicklung des meteorologischen Visualisierungssystems NinJo
 - Erbringung von Klimaservices für die Bundesländer Berlin, Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
- Erstellung von Planungs- und Sachverständigengutachten, Eis-, Schnee- und Windlastgutachten sowie hydrometeorologischer Bilanzen (z. B. Wasserhaushalt)
 - Beratung von Ländern und Gemeinden im Bereich des Katastrophenschutzes, insbesondere bei klimawandelbedingten Extremereignissen
 - Leitung der Mobilen Messeinheiten
 - Betreuung der meteorologischen Messsysteme, der Kommunikations- und Informationssysteme in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen
 - Zentrale Datenqualitätssicherung für die Mess- und Beobachtungsdaten
 - Betreuung des haupt- und nebenamtlichen Mess- und Beobachtungsnetzes für die Bundesländer Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen



oben

Grundsteinlegung der Niederlassung Potsdam (v. l. n. r.): Guido Beermann (Staatssekretär im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, BMVI), Jann Jakobs (Oberbürgermeister des Landeshauptstadt Potsdam),

Prof. Dr. Paul Becker (DWD-Vizepräsident), Christian Görke (Finanzminister des Landes Brandenburg), Christine Hammann (Abteilungsleiterin Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat, BMI)



Damals



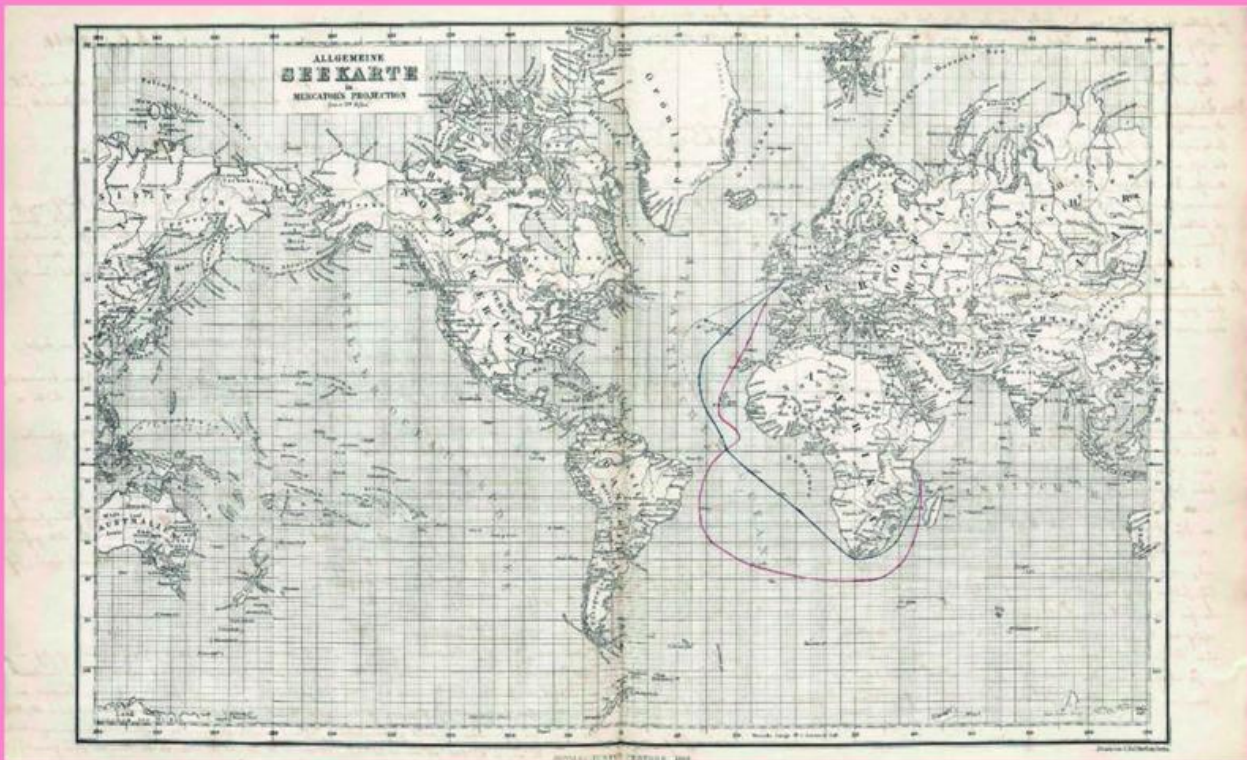
Heute

Damals

Fototermin zum Geburtstag – die Deutsche Seewarte feiert im Jahr 1900 ihr 25-jähriges Bestehen als Institut des Deutschen Reichs. Per Gesetz vom 9. Januar 1875 war sie der Kaiserlichen Admiralität unterstellt worden. Vorne in der Bildmitte ist der erste Direktor der Seewarte, Georg von Neumayer, zu sehen.

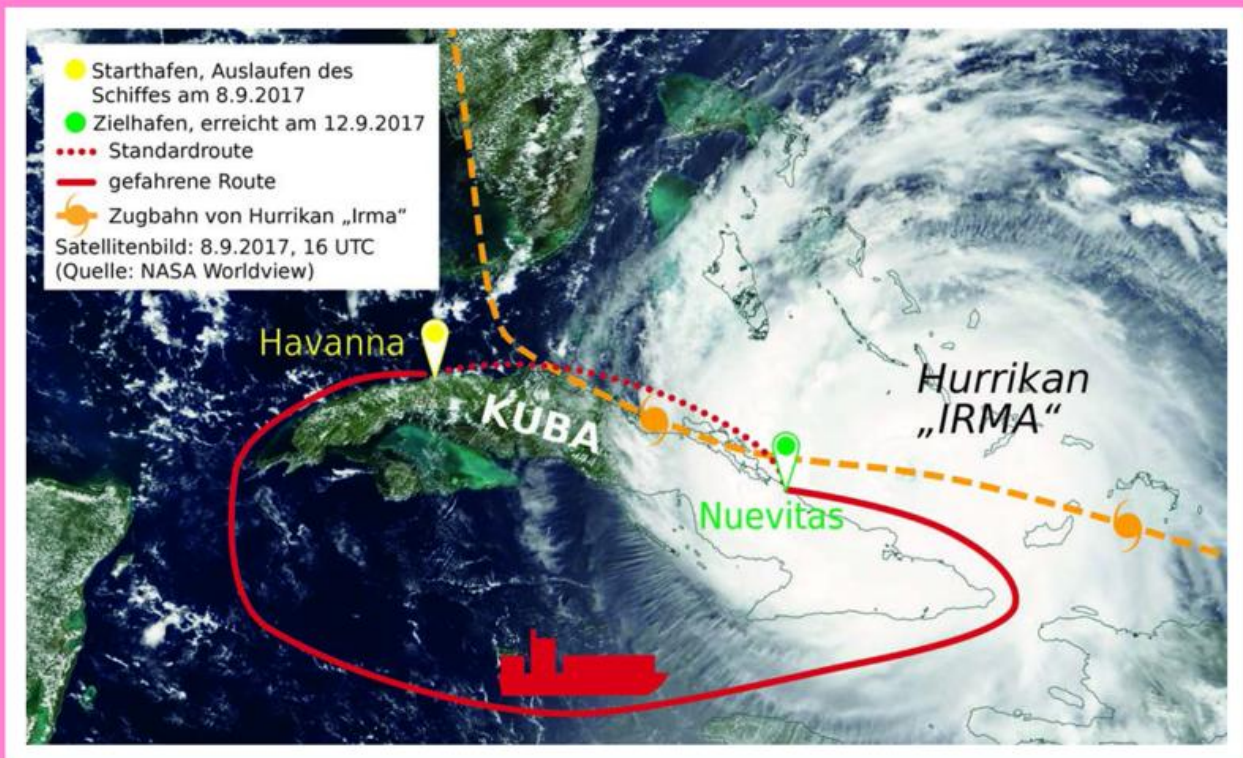
Heute

Senatsempfang der Freien und Hansestadt Hamburg im März 2018 zum Jubiläum „150 Jahre maritime Dienst in Deutschland“ (v. l. n. r.): Monika Breuch-Moritz (Präsidentin BSH), Olaf Scholz (damaliger Erster Bürgermeister der Freien und Hansestadt Hamburg), Enak Ferlemann (Parlamentarischer Staatssekretär, BMVI), Prof. Dr. Gerhard Adrian (Präsident DWD)



Das zunächst private Institut der Norddeutschen Seewarte stellte den Kapitänen standardisierte Vorlagen zur Verfügung, in die sie ihre meteorologischen Beobachtungen eintrugen und an die Seewarte übergaben. Die Daten wurden ausgewertet. Auf

dieser Basis entstanden die Segelanweisungen der Seewarte. Bis auf wenige Ausnahmen wurden sie eigenhändig durch Wilhelm von Freeden verfasst, wie die hier gezeigte vom 6. August 1869.



Eine Gruppe von Spezialisten ist im Seewetteramt heute für die individuelle Seeschiffsberatung zuständig. Zur Zielgruppe dieser kostenpflichtigen Dienstleistung gehören diejenigen Seefahrer, die eine spezielle Aufgabe zu erfüllen haben: sei es,

den Atlantik auf sicherer und wirtschaftlicher Route zu überqueren oder eine neue Windkraftanlage zu ihrem Offshore-Standort zu schleppen. Das Beispiel zeigt, wie ein Schiff den Hurrikan IRMA im September 2017 umfahren hat, um sicher an sein Ziel zu

gelangen - dank der Beratung durch das Hamburger Seewetteramt.

„Überwältigende Schönheit, aber auch Verletzlichkeit“

Gespräch mit Thomas Reiter

Mit seinen beiden Aufenthalten als Astronaut – 1995/96 auf der russischen Raumstation MIR und 2006 auf der internationalen ISS – verbrachte Thomas Reiter fast ein Jahr im Weltall. In unserem Gespräch berichtet er über die Zukunft von Raumfahrt, Parallelen in den Arbeiten von Astronauten und Meteorologen, aber auch über seine Beobachtungen zum Klimawandel.

DWD:

Wie wichtig ist für einen Astronauten die Wettervorhersage?

Thomas Reiter:

Eine genaue Wettervorhersage ist in der Raumfahrt für die Starts von den Trägerraketen, und in der astronautischen Raumfahrt auch für die Landung von großer Bedeutung. Insbesondere während meiner zweiten Mission zur internationalen Raumstation ISS, die ich an Bord des amerikanischen Shuttles durchgeführt habe, waren zuverlässige Wettervorhersagen unabdingbar. So musste unser Start an Bord der „Discovery“ am Cape Canaveral zweimal wegen aufziehender Gewitter verschoben werden.

Auch bei den Starts der Trägerraketen vom europäischen Raumfahrtbahnhof in Kourou ist neben der Vorhersage des Wetters am Boden und in den unteren Schichten der Troposphäre die Kenntnis der Höhenwinde in der Stratosphäre ganz entscheidend. Schließlich waren bei unserer Rückkehr von der ISS zur Erde die Mindestbedingungen bezüglich Hauptwolkenuntergrenze und Sicht für eine Landung in Florida am Limit. Auch hier zeigte sich, wie wichtig in solchen Grenzsituationen eine zuverlässige Wettervorhersage ist.



oben

Thomas Reiter im Fluganzug direkt vor dem Start des Space-Shuttle zur ISS-Langzeitmission „Astrolab“ im Jahr 2006

DWD:

Welche Bedeutung hat die Weltraumforschung für die Menschen und die Entwicklung des Planeten Erde insgesamt?

Thomas Reiter:

Die aus der Raumfahrt stammenden Dienste sind sowohl für unseren Alltag als auch für unsere hochtechnisierten Volkswirtschaften insgesamt unverzichtbar geworden. Neben Wettervorhersagen sind Erdbeobachtungsdaten, Telekommunikationsdienste und Satellitennavigation für ein weites Spektrum von Anwendungen unabdingbar.

Wissenschaftliche Missionen zu Planeten in unserem Sonnensystem und die Tiefen des Weltraums erweitern unser Wissen über unsere Umwelt jenseits der Grenzen unserer Atmosphäre. Die Forschung unter Weltraumbedingungen an Bord der internationalen Raumstation liefert neben grundlegenden Kenntnissen über physikalische und biologische Prozesse viele Beiträge zur Verbesserung von Materialien und der Bekämpfung von Krankheiten. Raumfahrt findet statt an der Grenze des technisch Machbaren und ist deshalb einer der Motoren für Innovation.

DWD:

Wie wird sich die Weltraumforschung und die Überwachung der Erde durch Satelliten, auch Wettersatelliten, entwickeln?

Thomas Reiter:

In den vergangenen 60 Jahren hat sich die Raumfahrt, die überwiegend von institutionell finanzierter (Grundlagen-)Forschung und Entwicklung geprägt war, massiv in Richtung einer „Space Economy“ entwickelt. Ein Trend, der sich in den kommenden Jahren noch beschleunigen wird.

Die internationale Raumstation ISS bietet für das nächste Jahrzehnt einzigartige Möglichkeiten für Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung. Zudem nehmen immer mehr industrielle Kunden diese einzigartigen Möglichkeiten wahr, welche die Bedingungen im Weltraum für die (Weiter-)Entwicklung ihrer Produkte bieten.

Serienproduktion und fortschreitende Miniaturisierung von Satelliten ermöglichen Kosteneinsparungen und den Aufbau von Konstellationen, welche sowohl neue Telekommunikationsstrukturen, als auch Erdbeobachtungsdaten mit steigender zeitlicher Auflösung liefern werden.



Die Fusion von Daten und die internationale Vernetzung wird auch für die Meteorologie neue Möglichkeiten bieten.

Die Weiterentwicklung von Sensoren auf Plattformen wie beispielsweise MTG¹, führt zu einer weiteren Verbesserung der räumlichen, zeitlichen und spektralen Auflösung von Messungen. Hinzu kommen neue Messverfahren, wie zum Beispiel die Ermittlung von Windprofilen in der Atmosphäre mit Hilfe von Lidar. Die zunehmende Fusion von Daten aus verschiedenen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums in Kombination mit einer noch stärkeren internationalen Vernetzung wird sicher auch für die Meteorologie ganz neue Möglichkeiten für die Weiterentwicklung ihrer Dienste, auch im Bereich des Weltraumwetters bieten.

Die Rückkehr von Menschen zum Mond, dessen Nutzung als Sprungbrett für weitere Missionen in unser Sonnensystem, als Rohstoffquelle und als Forschungsplattform, ist in der ersten Hälfte des kommenden Jahrzehnts zu erwarten. Die Erforschung unseres Nachbarplaneten Mars und anderer Planeten

in unserem Sonnensystem wird auch zu Synergien mit der Klimaforschung hier auf der Erde führen.

Diese Entwicklungen gehen einher mit einem stetig steigenden Datenvolumen, das zukünftig zusätzlich mit Hilfe optischer Verbindungen von Satelliten auf die Erde übertragen wird.

Insgesamt wird die Abhängigkeit unserer hochtechnisierten Volkswirtschaften von dieser Infrastruktur im Erdorbit noch weiter zunehmen, und damit auch deren Anfälligkeit gegen Ausfall von Satelliten. Der Betrieb einer progressiv steigenden Anzahl von Satelliten im niedrigen Erdorbit stellt die Raumfahrt ebenso vor neue Herausforderungen, wie der Umgang mit Raumfahrtrückständen, welche eine immer größere Bedrohung für diese Infrastruktur darstellen. All diese Entwicklungen treibt die europäische Raumfahrtagentur ESA zusammen mit ihren 22 Mitgliedsländern, deren industriellen und wissenschaftlichen Kapazitäten, anderen europäischen Einrichtungen wie EUMETSAT und EU, sowie unseren internationalen Partnern voran.

¹ MTG steht für Meteosat Third Generation, die dritte Generation geostationärer Wettersatelliten von EUMETSAT, die zu Beginn des kommenden Jahrzehnts ihren Betrieb starten sollen.

links

Thomas Reiter während
eines Außeneinsatzes
bei seinem Aufenthalt in
der ISS im Jahr 2006

DWD:

Sehen Sie Parallelen in der Arbeit eines Astronauten und eines Meteorologen?

Thomas Reiter:

Ja, einerseits in der Bandbreite der Tätigkeiten, denn sowohl als Meteorologe als auch als Astronaut muss man sich mit vielen wissenschaftlichen Disziplinen beschäftigen. Andererseits verbindet der Blick auf unseren Planeten diese beiden Berufe: die Meteorologen blicken mit Hilfe der Satellitenbilder tagtäglich auf unseren Planeten, die Astronauten tun dies mit den eigenen Augen.

DWD:

Sie besuchten im September 2018 erstmals die DWD-Zentrale und sprachen dabei auch das Thema Klimawandel an: Wie ist der Klimawandel auf der Erde aus dem Weltall sichtbar?

Thomas Reiter:

Aus einer Höhe von 400 Kilometern kann man zwar den Einfluss von Menschen erkennen: Städte, Dunstglocken über Industrieregionen,

landwirtschaftliche Strukturen und leider die riesigen Rodungsflächen in den Urwäldern Südamerikas und Ostasiens. Klimawandel lässt sich mit dem bloßen Auge allerdings nicht unmittelbar „sehen“, denn dieser wird ja zum Beispiel durch die Zunahme von Treibhausgasen, die daraus resultierenden langfristigen Effekte, die sich nur durch einen Vergleich

von Daten über einen Zeitraum von mehreren Jahren offenbaren, bestimmt.

Aus 400 Kilometern
Höhe offenbart der
Blick die Verletzlichkeit von Natur und
Umwelt.

In den elf Jahren zwischen meiner ersten Mission zur russischen Raumstation MIR 1995 bis 1996 und dann 2006 zur ISS konnte ich allerdings feststellen, dass sich die Gletscher in den Gebirgsregionen unseres Planeten zurückgebildet haben, dass die Rodungsflächen größer wurden, und der Aralsee kaum noch zu erkennen war. In jedem Fall offenbart dieser Blick aus dem Erdorbit einerseits die überwältigende Schönheit unseres Planeten, andererseits aber auch auf sehr direkte und ausgesprochen eindrückliche Weise die Verletzlichkeit von Natur und Umwelt.

DWD:

Was ist Ihnen von Ihrem Besuch beim DWD besonders im Gedächtnis geblieben?

Thomas Reiter:

Die enormen Datenmengen, die hier tagtäglich verarbeitet und gespeichert werden müssen, die Rechenpower und Speicherkapazität, welche hierfür erforderlich ist, die Notwendigkeit, die Modellierung stetig zu verbessern und Daten von neuen Sensoren wie Aeolus² mit einzubinden. Und vor allen Dingen das beeindruckende Know-how und Engagement all der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des DWD, und dass es trotz des beeindruckenden Umfangs von Datenquellen, Computern und Software heute und in Zukunft eben diese schlaunen Köpfe benötigt, um all diese Aufgaben zu bewältigen.

DWD:

Wir bedanken uns sehr für das Gespräch!

² Satellit der Europäischen Weltraumagentur ESA, der im August 2018 gestartet wurde. Über ein so genanntes Doppler-Lidar sollen hochpräzise Luftströmungen ermittelt werden, die die numerische Wettervorhersage verbessern können.



Der DWD-Meteorologe an Bord des Fischereiforschungsschiffs ANTON DOHRN in den 1950er Jahren: Mit dem Schleudropsychrometer misst er bei schwerem Seegang Lufttemperatur und Luft-

feuchte - ohne entsprechende Kleidung und das Festhalten an der Reling wäre eine solche Messung nicht möglich. Die Übertragung der Daten erfolgte über Funk alle drei Stunden.



Der DWD-Techniker bei der Installation der **EUropean Common Automated Weather Station**, kurz **EUCAWS**, auf dem Schiff **ARAUCO** im März 2017: Die **EUCAWS** misst automatisch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Meeresoberflächentemperatur,

Windrichtung und Windgeschwindigkeit, und bei Anbindung an den Schiffskompass, den wahren Wind, d. h. ohne den Fahrtwind. Je nach Einstellung werden die Daten alle 60, 20 oder zehn Minuten über einen Iridium-Sender übertragen.

Jährliche Arbeitsergebnisse

Rund **90.000** Vorhersagen

Etwa **197.000** Wetter- und Unwetterwarnungen (ohne Hitze- und UV-Warnungen)

643 Mal davon höchste Warnstufe (extreme Unwetter)

Gut **14.000** Beratungen/Gutachten zu Wetter und Klima für Behörden,
Katastrophenschutz und andere Kunden

Etwa **500.000** Vorhersagen und Warnungen für die Luftfahrt

Rund **42.000** telefonische Beratungen für die Luftfahrt

Bereitstellung von Selfbriefingsystemen für die zivile Luftfahrt, Flughäfen und Luftfahrt Dienstleister
mit rund **420 Mio.** Aufrufen

Rund **200.000** Berichte, Warnungen und Beratungen für die Seeschifffahrt,
den Küstenschutz und Offshore-Unternehmungen

Erstellung von gut **15.000** Produkten zur Klimaüberwachung

Flächenpräsenz

Zentrale in Offenbach am Main

1.088 phänologische Beobachtungsstellen

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

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

5 Standorte mit regionaler Klima- und Umweltberatung

47 automatische Bordwetterstationen

5 Luftfahrtberatungszentralen

413 Wettermeldestellen auf Handelsschiffen

3 Agrarmeteorologische Beratungsstellen

5 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

182 hauptamtliche Wetterwarten, Flugwetterwarten und Wetterstationen

4 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

davon **5** rund um die Uhr und **1** zeitweise mit Personal besetzte Wetterwarten

18 Wetterradarstandorte in Deutschland

davon **160** automatisierte Wetterstationen

2 Meteorologische Observatorien

davon **16** Flugwetterwarten an internationalen Verkehrsflughäfen

1.744 nebenamtliche Wetter- und Niederschlagsstationen

10 Radiosonden-Stationen mit jährlich rund 7.000 Ballonaufstiegen

davon melden **838** Online-Stationen halbstündlich und **809** per Handeingabe täglich

48 Stationen mit Radioaktivitätsmessung

3 Mobile Messeinheiten

Zahlen zum Haushalt des DWD

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:

2017

rund **369** Mio. Euro

2018

rund **343** Mio. Euro

Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:

2017

4,01 Euro

2018

3,82 Euro

Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2018 wie folgt:

Zuweisungen/Zuschüsse
(ohne Fremdkapitel):

147,7 Mio. Euro

Investitionen:

33,5 Mio. Euro

Sachausgaben:

42,3 Mio. Euro

Personal:

117,4 Mio. Euro

Die Zuweisungen/Zuschüsse gingen 2018 an folgende Organisationen (mit Fremdkapitel):

EUMETSAT:

91,4 Mio. Euro

ESA:

41,8 Mio. Euro

EZMW:

9,7 Mio. Euro

EUMETNET, WMO, sonstige:

8,9 Mio. Euro

¹ 82,792 Mio. Einwohner Ende Dezember 2017 lt. Wikipedia

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2017

2.197

2018

2.178,5

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2017

2.296

2018

2.248

Davon Männer

1.442

Davon Frauen

854

Davon Männer

1.412

Davon Frauen

836

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

10¹²
Zehn hoch zwölf = Terabyte

Fast **240** Terabyte Daten wurden jeweils im Mai und Juni 2018 über www.dwd.de/opendata kostenfrei heruntergeladen.

Über **70** Terabyte kostenfreies Datenvolumen lieferte www.dwd.de/geodaten-serverdienst im Juli 2018 über HTTPS-Aufrufe.

Überwiegend die Forschung nutzte rund **500** Terabyte frei zugängliche, archivierte **Wettersatellitendaten** sowie **satellitengestützte Klimadaten**, die der DWD im Jahr 2018 zur Verfügung stellte.

Aktuell werden täglich über **fünf** Terabyte Daten allein aus dem Internet von den **OpenData-Servern** des DWD heruntergeladen.

... und noch ein paar Fakten aus dem DWD-Alltag

Die **Unwetterclips** aus dem DWD-TV-Studio sowie die **Unwetterwarnungen** sind die **meist aufgerufenen Seiten** auf www.dwd.de.

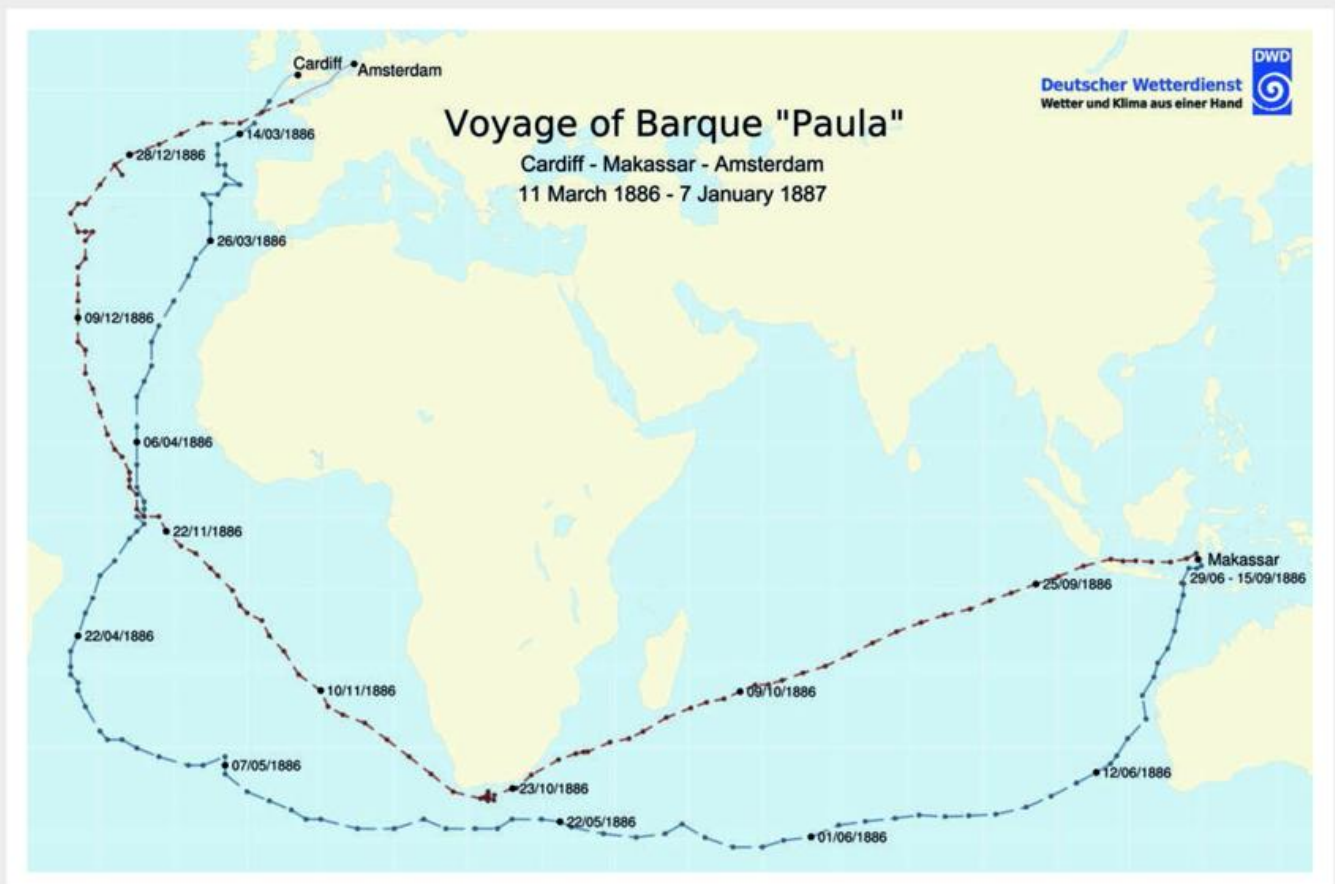
Der DWD pflegt und erweitert über den Betrieb des Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN)

die mit derzeit knapp **120.000** Stationen **weltweit größte globale Datenbank** für direkte Niederschlagsmessungen.

In **50** größeren **nationalen und internationalen Projekten** der **Wetter- und Klimaforschung** arbeitet der DWD mit.

DWD-Beschäftigte veröffentlichten **230** wissenschaftliche Publikationen,

davon **150** in internationalen „peer-reviewten“ Fachjournalen.



Zu guter Letzt:

Die Flaschenpost

„Stromflasche über Bord“ heißt der Eintrag im meteorologischen Journal der deutschen Bark PAULA am 12. Juni 1886 mittags um 12.00 Uhr. Fast 132 Jahre später, am 21. Januar 2018, fand das australische Ehepaar Tonya und Kym Illman diese Stromflasche am westaustralischen Strand, gut 180 Kilometer nördlich von Perth.

links

Reiseroute der Bark PAULA auf ihrer Reise von Cardiff nach Makassar im Jahr 1886. Rund 1.000 Kilometer westlich vom australischen Perth wurde die Flasche am 12. Juni 1886 dem Meer übergeben.

Deutscher Wetterdienst (DWD) und Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), die beiden Nachfolgeorganisationen der Norddeutschen bzw. Deutschen Seewarte konnten die Echtheit des Fundes bestätigen: Flasche, Papier und Art des Findezettels stammen aus den 1880er Jahren. Der Eintrag im meteorologischen Journal der PAULA stimmt bei den Koordinaten und der Handschrift auf dem Findezettel in der Flasche überein, dazu noch der eingangs erwähnte Vermerk.

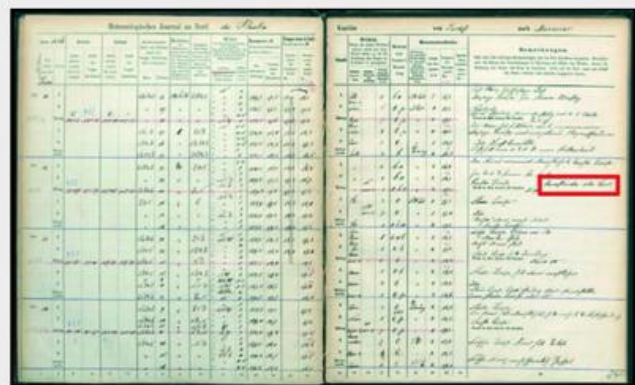
Im Auftrag der Deutschen Seewarte sollten mithilfe dieser Flaschenposten damals die Meeresströmungen erforscht werden. Was im 19. Jahrhundert wissenschaftlichen Zwecken diente, wurde im Jubiläumsjahr der Seewarte zu einem medien- und publikumswirksamen Ereignis. Die Nachricht vom Fund der Flaschen-

post, die wohl den Rekord hält, am längsten unterwegs gewesen zu sein, ging um die Welt. Für einen Tag gastierten FINDERPAAR mitsamt Flasche und Findezettel im Juli 2018 dann im Internationalen Maritimen Museum Hamburg (IMMH). Die Präsentation des Fundes war eingebettet in die von DWD und BSH gemeinsam konzipierte Ausstellung „Über Wasser - Unter Wasser“, die im IMMH die Entwicklung der maritimen Dienste von 1868 bis heute zeigte.

Ob die Flaschenpost jemals oder gar für immer an den Sitz ihres ursprünglichen Auftraggebers zurückkehrt? Zumindest halten die Finder, die nach australischem Recht Eigentümer sind, dies nicht für ganz ausgeschlossen.



01



02

01

Flasche und Findezettel

02

Eintrag „Stromflasche über Bord“ (rot markiert) im meteorologischen Journal der PAULA, das sich mit rund 37.000 anderen Journalen im Archiv des Seewetteramts in Hamburg befindet. Dies lieferte den ausschlaggebenden Nachweis für die Echtheit des Fundes.

Seewarte

Kontakt, Impressum und Quellen

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 nächst-
gelegenen 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

Abbildungen	Seiten
Frank Kahl, DWD	Umschlag, 34 (rechts), 44
Bernd Lammel, Bild-Kraftwerk	7, 45 (rechts), 46
Deutscher Wetterdienst	14, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 27, 28, 29, 32, 34 (links), 35 (unten), 36, 37 (links), 38, 39, 40 (links), 41, 43 (unten rechts), 45 (links), 49, 54, 62, 63 (rechts)
DWD/BSH	8, 9, 11, 12, 31 (links)
BSH	13, 43 (unten links), 47 (links), 48
Horst von Barga, DWD	55
Holger Doerschel, DWD	43 (oben)
Christian Rohleder, DWD	40 (rechts)
Elke Roßkamp, DWD	31 (rechts)
Claudia Thomsen, BSH	47 (rechts)
Petermanns Geographische Mitteilungen 1918/DWD	26
Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW)	33
Michael Welling, Thünen-Institut	35 (oben)
Podein, 2018	37 (rechts)
European Space Agency (ESA), S. Corvaja	51
NASA	52
Kym Illman	63 (links)

Impressum

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst

Konzeption und Redaktion

Gertrud Nöth

DWD

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Gestaltung

Simone Leonhardt, Frankfurt am Main

Druck

Druckereiverbund im BMVI

Textnachweise

Seiten 22 und 23

Bundesamt für Meteorologie und
Klimatologie MeteoSchweiz:
Sturmtief Friederike sorgt für stür-
misches Wetter
[http://www.meteoschweiz.admin.ch/
home.subpage.html/de/data/blogs/
2018/1/sturmtief-friederike-sorgt-fuer-
stuermisches-wetter.html](http://www.meteoschweiz.admin.ch/home.subpage.html/de/data/blogs/2018/1/sturmtief-friederike-sorgt-fuer-stuermisches-wetter.html)

Deutscher Wetterdienst (DWD),
Climate Data Center (CDC)
<http://www.dwd.de/cdc>

Deutscher Wetterdienst (DWD):
Satellitenbild-Betrachter
[https://www.dwd.de/DE/leistungen/
satellit_betrachter/sat-viewer/sat-
viewer_node.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/satellit_betrachter/sat-viewer/sat-viewer_node.html)

Deutscher Wetterdienst (DWD):
Beschreibung und klimatologische
Bewertung des Orkantiefs „Kyrill“
[https://www.dwd.de/DE/leistungen/
besondereereignisse/stuerme/
20070118_orkan_kyrill.pdf?__blob=
publicationFile&v=4](https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/20070118_orkan_kyrill.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

Met Éireann
<http://www.met.ie/default.asp>

Météo France: Tempête David sur le
Nord (18.01.2018)
[http://www.meteofrance.fr/actualites/
58131340-tempete-david-sur-le-nord](http://www.meteofrance.fr/actualites/58131340-tempete-david-sur-le-nord)

Mölter, T.; Schindler, D.; Albrecht, A. T.;
Kohnle, U. (2016): Review on the
Projections of Future Storminess over
the North Atlantic European Region
<http://www.mdpi.com/2073-4433/7/4/60>

Seite 36

Compo, G. P., Whitaker, J. S.,
Sardeshmukh, P. D., Matsui, N., Allan,
R. J., Yin, X., Gleason, B. E., Vose, R. S.,
Rutledge, G., Bessemoulin, P.,
Bronnimann, S., Brunet, M.,
Crouthamel, R. I., Grant, A. N.,
Groisman, P. Y., Jones, P. D., Kruk, M. C.,
Kruger, A. C., Marshall, G. J., Maugeri,
M., Mok, H. Y., Nordli, Ø., Ross, T. F.,
Trigo, R. M., Wang, X. L., Woodruff, S. D.
& Worly, S. J., 2011. The twentieth
century reanalysis project. Q. J. R.
Meteorol. Soc., 137:1-28. doi: 10.1002/
qj.776

Deutscher Wetterdienst (DWD).
Überseestationen der Deutschen
Seewarte
[https://www.dwd.de/DE/leistungen/
ueberseestationen/ueberseestationen.
html?nn=491576](https://www.dwd.de/DE/leistungen/ueberseestationen/ueberseestationen.html?nn=491576)

Deutscher Wetterdienst (DWD),
Climate Data Center (CDC)
www.dwd.de/cdc

Podein, P., 2018: Duala (Kamerun):
Entwicklung des Niederschlags und
der Lufttemperatur vom 19. bis ins
21. Jahrhundert. Bachelorarbeit, Meteo-
rologisches Institut der Universität
Hamburg

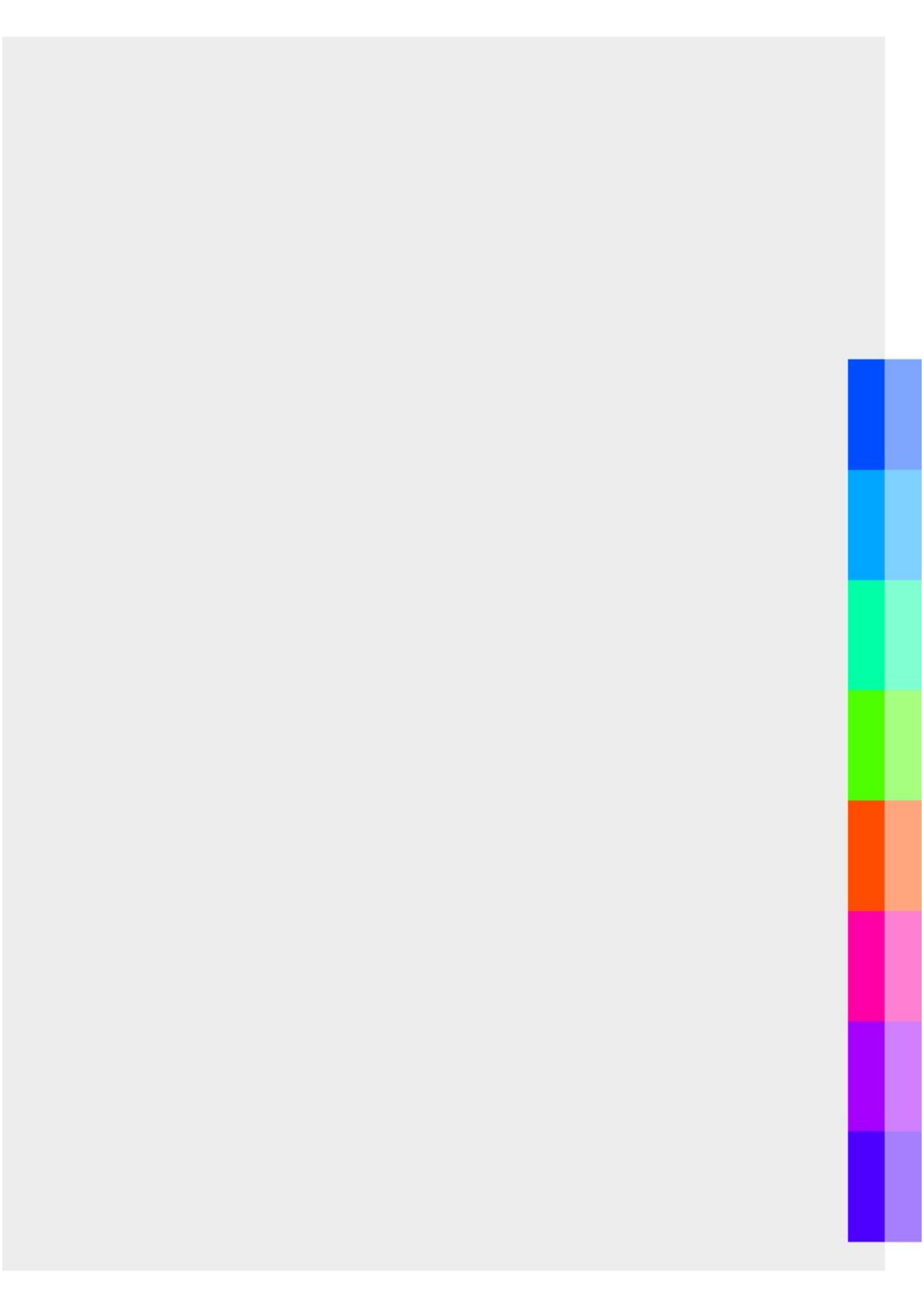
Weiterführende Informationen

Zu Seite 21, MoWaS
www.bbk.bund.de/mowas

Zu Seite 33, Copernicus
www.d-copernicus.de

Zu Seite 38, WMC
www.dwd.de/wmc

Zu Seite 39, EUMETNET
www.eumetnet.eu





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:



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



19



Jahrbuch 2019

des Deutschen Wetterdienstes



22. Juni 2020

Z 20.289



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 Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 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.

IAG



Steckbrief DWD-Radarturm Memmingen

Bauzeit

August 2009 bis April 2010

Baukosten

ca. 1,5 Millionen Euro

Operationell in Betrieb

seit 3. April 2013

Turmhöhe ohne Radom über Grund

55 Meter

Turmhöhe mit Radom

60,20 Meter

Fundamentdurchmesser

14,00 Meter

Schaftdurchmesser

5,20 Meter

Durchmesser Betriebsraum

9,90 Meter

Durchmesser Radom

6 Meter

Stufen

313

unten

Auf dem Weg: Das Technikteam, Melanie Eickmeier, Serguei Laskovitch und Ladislav Hart, bringt die gesamte Ausrüstung, die für die Wartung der Radartechnik erforderlich ist, zum Aufzug des Turms.

Fotostrecke Jahrbuch 2019

Die Fotostrecke des DWD-Jahrbuchs 2019 ist dem Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes gewidmet. Die Aufnahmen, mit denen wir die jeweiligen Kapitel beginnen, sind am und im Radarturm des DWD nahe Memmingen während einer langfristig geplanten Wartung entstanden. Für eine Wartung muss das Radar abgestellt werden. Doch selbst für eine solche, von langer Hand vorbereitete Überprüfung der Anlage erfolgt eine enge Abstimmung zwischen der Vorhersage- und Beratungszentrale in Offenbach sowie dem Technikteam des DWD. Dabei wird bis kurz vor dem vorgesehenen Zeitpunkt der Abschaltung geprüft, ob die aktuelle Wetterlage den Ausfall der Radarmessungen für einen kurzen Zeitraum überhaupt zulässt oder ob die Wartung sogar verschoben werden muss.

Inhalt

Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst	3
Vorwort	6
Auftakt	8
Wetter und Klima 2019	14
Im Rückspiegel	34
Im Gespräch	54
Finale	60
Kontakt, Impressum und Quellen	70

Vorwort

rechts

*Prof. Dr. Gerhard
Adrian, Präsident des
Deutschen Wetter-
dienstes*

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

erstmals seit Beginn der systematischen und flächen-
deckenden Wetteraufzeichnungen wurden im Jahr 2019
hierzulande an drei aufeinanderfolgenden Tagen Höchst-
temperaturen von über 40 °C gemessen. Zusammen
mit dem Jahr 2014 war 2019 mit einer Mitteltemperatur
von 10,3 °C das bisher zweitwärmste in Deutschland.
Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen
innerhalb der letzten 20 Jahre. Mit diesen beispielhaften
Fakten zum teilweise bemerkenswerten Wettergesche-
hen begrüße ich Sie als Leserinnen und Leser des Jahr-
buchs 2019 des Deutschen Wetterdienstes. Ausführliche
Informationen und Analysen zum meteorologischen und
klimatologischen Verlauf des Jahres 2019 haben wir für
Sie im Kapitel „Wetter und Klima“ zusammengestellt,
darunter auch ein Blick auf den von den hohen Tempera-
turen besonders betroffenen Bereich der Landwirtschaft,
aber auch – der Gegensatz könnte wohl nicht größer
sein – zu den starken Schneefällen zu Beginn des Jahres
in den bayerischen Alpen.

Ein Meilenstein im Jahr 2019 war die Freigabe der
DWD-Strategie, deren Zeitraum sich von 2020 bis 2030
erstreckt, durch unser Ministerium. In insgesamt zehn
strategischen Entwicklungslinien geht es darum, wie der
DWD in Zeiten des Klimawandels die Anforderungen
seiner Kunden erfüllen oder auch die zunehmende Digi-
talisierung für sich zum Wohle der Menschen nutzen
kann. Bei der Datengewinnung spielt neben Möglich-
keiten wie Crowdsourcing oder Wetterinformationen von
Fahrzeugen der Radarverbund des DWD eine wichtige
Rolle. Die Fotostrecke des Jahrbuchs und das beiliegende
Poster sind daher einem der wichtigsten Instrumente
für die Wettervorhersage und das Warnmanagement
gewidmet. Als nationaler Wetterdienst betreibt der DWD
das einzige Wetterradarnetz in Deutschland. Die neueste
Generation der Radargeräte, die beim DWD seit 2015
im Einsatz ist, kann nicht nur zeigen, wo und wieviel
Niederschlag fällt, sondern anhand der Daten kann auch
unterschieden werden, ob es regnet, hagelt oder schneit.
Unverzichtbar ist das Wetterradar gerade für das Now-
casting, das ist die Vorhersage bis zu ungefähr zwei
Stunden. Besonders im Sommer können sich innerhalb
von wenigen Minuten kleinräumige Gewitterzellen mit
starkem Niederschlag bilden. Diese können flächen-
deckend nur über das Wetterradar erkannt werden. Zu
den bisherigen 18 Standorten sollen weitere vier dazu-
kommen und so die Flächenabdeckung nochmals ver-
bessern.



In weiteren Entwicklungslinien der Strategie geht es unter anderem um die Weiterentwicklung unserer Klima- und Umweltservices, die Verstärkung von Kooperationen im nationalen wie internationalen Kontext und die Abgabepolitik unserer Daten. Durch die steigenden Datenmengen sind innovative Lösungen für die Datenabgabe erforderlich. Die bruchfreie Vorhersage auf allen Zeitskalen ist derzeit einer der Forschungsschwerpunkte im DWD, bei dem unserem Wettervorhersagesystem ICON die zentrale Rolle zukommt.

Besonders am Herzen liegt mir, als ehrenamtlicher Präsident der Weltorganisation für Meteorologie, dass der freie Austausch von meteorologischen Daten weltweit weiterhin gewährleistet ist. Nur so ist sichergestellt, dass gerade Länder, die vom Klimawandel besonders betroffen sind, in die Lage versetzt werden, entsprechende Wetter- und Klimaservices aufzubauen. Der DWD engagiert sich hier mit Partnern in einigen Projekten. Daher freut es mich auch sehr, dass für das diesjährige Jahrbuch Patricia Espinosa Cantellano, seit Mai 2016 Generalsekretärin der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) mit Sitz in Bonn, für ein Interview zur Verfügung stand. Sie berichtet darin unter anderem zum Übereinkommen von Paris und wie wichtig die Klimakonferenzen sind, um dem Klimawandel als gesamtgesellschaftliche Aufgabe zu begegnen.

Sie sehen, liebe Leserinnen und Leser, Ihr nationaler Wetterdienst hat wieder viel Interessantes zu berichten – viel Freude beim Lesen des Jahrbuchs 2019 wünscht Ihnen

Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "Gerhard Adrian". The signature is written in a cursive, flowing style.

Gerhard Adrian

Auftakt

rechts

Der knapp über 60 Meter hohe Radarturm am Standort Memmingen überragt die Baumkronen. Alle drei Monate wird eine Inspektion durchgeführt. In einem Intervall von neun Monaten erfolgt jeweils eine große Wartung, bei der das gesamte Radarsystem sehr detailliert untersucht und gewartet wird.





Der Radarverbund in Deutschland – es gibt nur einen

Regenschirm mitnehmen, ja oder nein? Meist geht dann der Blick auf das sogenannte Regenradar einer Wetter-App. Doch woher kommen die Daten dieses Regenradars?

Als nationaler Wetterdienst betreibt der Deutsche Wetterdienst (DWD) das einzige Witerradarnetz in Deutschland, den sogenannten Radarverbund. Gemeinsam mit den Witerradaren der anderen nationalen Wetterdienste in Europa bildet er den europäischen Witerradarverbund. Denn bekanntermaßen macht das Wetter, und damit auch Niederschläge, nicht an Landesgrenzen halt. Das Witerradar ist das einzige Messverfahren, bei dem Niederschläge flächendeckend und dreidimensional erfasst werden können.

Die neueste Generation der Radargeräte, die beim DWD seit 2015 im Einsatz ist, kann nicht nur zeigen, wo und wieviel Niederschlag fällt, sondern anhand der Daten kann auch unterschieden werden, ob es regnet, hagelt oder schneit. Außerdem werden Informationen über das Windfeld geliefert. Insgesamt sind in der Bundesrepublik 17 operationelle Radaranlagen in Betrieb. Zusätzlich betreibt der DWD am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) sein Forschungs- und Qualitätssicherungsradar.



So funktioniert's

Ein Wetterradar besteht aus einer Antenneneinheit, einem Radom als Wetterschutz, Sender und Empfänger, Signal- beziehungsweise Datenverarbeitungsprozessoren und einem Radarrechner. Über ein lokales Netzwerk werden Komponenten gesteuert und überwacht sowie Daten aufgenommen.

Die ständig rotierende Antenne sendet sowohl vertikal als auch horizontal polarisierte elektromagnetische Wellen aus. Im Fachjargon heißt das Dual-Polarisation. Regentropfen, Schneeflocken oder Hagelkörner reflektieren diese Wellen. Dabei erzeugen sie durch ihre unterschiedlichen Formen verschiedene Radarechos. Aus der Laufzeit des Empfangssignals lässt sich die Entfernung bestimmen. Die Stärke des Echos, auch Reflektivität genannt, liefert Hinweise über die Niederschlagsmenge. Durch die Unterschiede in der Rückstreuung der vertikalen und horizontalen Wellen ist es möglich, die Art des Niederschlags abzuleiten.

Die Wetterradaranlagen haben noch einen weiteren Vorteil: Sie nutzen den sogenannten Doppler-Effekt, um zudem Informationen zum Wind zu ermitteln. Dieser Doppler-Effekt ist aus dem Alltag bekannt: Fährt ein Krankenwagen auf uns zu, klingt sein Martinshorn höher, als wenn er von uns wegfährt. Genau nach diesem Schema funktionieren auch die Geschwindigkeitsmessungen per Radar, wenn der Wind die Niederschlagsteilchen auf die Station zu- oder von ihr wegtreibt. So kann die Windgeschwindigkeit relativ zur Station errechnet werden.

01

„Radar aus“: In Absprache mit der Vorhersage- und Beratungszentrale in Offenbach schaltet Serguei Laskovitch das Radarsignal im Memminger Radarturm ab. Eine Wartung im Bereich des Radoms ist nur möglich, wenn das Radargerät ausgeschaltet ist.

02+03

Für die verschleißarme, kontinuierliche Bewegung der Antenne müssen die Getriebe regelmäßig geschmiert werden. Bei der Bewegung im waagerechten Horizontwinkel (Azimut) findet eine automatische Schmierung statt, für die Elevationsbewegung ist alle neun Monate eine manuelle Schmierung erforderlich.

Alle fünf Minuten liefert das Wetterradar einen Scan (Abtastung) mit den aktuell gemessenen Werten der Niederschlagsechos zur Auswertung. Die Abtastung beginnt mit dem sogenannten Precipitation-Scan, der den bodennahen Niederschlag bis zu einer Entfernung von 150 Kilometern rund um den jeweiligen Radarstandort erfasst. Danach wird die gesamte Atmosphäre in zehn verschiedenen Schrägwinkeln, auch Elevationswinkel genannt, bis zu einer Entfernung von 180 Kilometern abgetastet. Damit werden Informationen über die vertikale Ausdehnung der Niederschlagsfelder gesammelt.

Die Radarstrahlen werden jedoch nicht nur vom Niederschlag, sondern auch von Gegenständen reflektiert, wie z. B. von Gebäuden, Schiffen, Flugzeugen und Windkraftanlagen. Daher kann man keinen Niederschlag messen, der sich hinter einem Gebäude befindet, da die Radarstrahlen dort gar nicht erst hinkommen. Handelt es sich um unbewegte Objekte, so kann dieses unerwünschte Signal in der Regel herausgefiltert werden. Bewegen sich die Objekte aber, wie beispielsweise die Flügel der Windkraftanlagen, so funktioniert diese Filterung nur bedingt. Je nachdem, welche Filtermethode angewandt wird, kann dies zu „Löchern“ in den Daten führen, oder es bleiben kräftige Störerechos in den Daten zurück. Echos, die durch Windenergieanlagen verursacht werden, können das Radarsignal sogar bis zu einer Entfernung von 300 Kilometern stören.

So wird's genutzt

Unverzichtbar ist das Wetterradar gerade für das Nowcasting, das ist die Vorhersage bis zu ungefähr zwei Stunden. Besonders im Sommer können sich innerhalb von wenigen Minuten kleinräumige Gewitterzellen mit starkem Niederschlag bilden. Diese können flächendeckend nur über das Wetterradar erkannt werden. Die Bilder aller Radarstandorte werden zu einem Gesamtbild (Komposit) zusammengefügt, hinzu kommen dabei noch die Radardaten, die der DWD über den internationalen Datenaustausch aus Europa erhält. Nur so sind punktgenaue Unwetterwarnungen vor Starkniederschlagsereignissen überhaupt möglich. Über die Windmessungen aus dem Doppler-Effekt können auch Tornados identifiziert werden.

Da Radardaten so wichtig sind, entwickelte der DWD das speziell auf die Bedürfnisse von Feuerwehren und anderen Hilfsorganisationen zugeschnittene Online-Warnsystem KONRAD (KONvektionsentwicklung in RADarprodukten). Damit wird in einfacher und ver-

ständlicher Weise dargestellt, wo zum Beispiel Hagelkörner niedergehen. Auf KONRAD basiert das **Feuerwehr-Wetter-Informationssystem FeWIS**. Feuerwehren, Katastrophenschutz, Polizei und andere Hilfsorganisationen nutzen es, um damit beispielsweise Vorkehrungen für Unwetterereignisse zu treffen. Im RADOLAN-Verfahren (**RADar-OnLine-ANEichung**) werden Radardaten mit punktuellen Niederschlagsmessungen aus dem Bodenmessnetz kombiniert. So können recht genau örtliche Niederschlagsmengen bestimmt werden. Hochwasserwarnzentralen können so früh erkennen, wo möglicherweise Hochwasser droht.

Aufgrund der Änderung des DWD-Gesetzes im Jahr 2017 werden Radardaten, die der DWD über seinen einzigartigen Radarverbund gewinnt, über Open Data entgeltfrei zur Verfügung gestellt. Damit können Wetterdienstleister beispielsweise das Regenradar ihrer Wetter-App füttern.



01



02

So war's und so wird's

1967 ging beim Meteorologischen Dienst der damaligen DDR in Leipzig das erste Wetterradar Deutschlands in den operativen Betrieb. Forciert wurde die Entwicklung eines flächendeckenden Radarverbundes in der Bundesrepublik Deutschland nach dem verheerenden Hagelunwetter 1984 in München. Seit 2001 deckt der DWD-Radarverbund Deutschland fast vollständig ab, seit 2015 sind alle Anlagen mit der neuesten Technik ausgestattet. Der DWD plant derzeit, mit vier weiteren Radarstandorten die Flächenabdeckung weiter zu verbessern. Das betrifft die Metropolregionen Bremen, Leipzig, Nürnberg sowie das Oberrheintal.

Fotostrecke Jahrbuch 2019

Die Fotostrecke des DWD-Jahrbuchs 2019 ist dem Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes gewidmet. Die Aufnahmen, mit denen wir die jeweiligen Kapitel beginnen, sind am und im Radarturm des DWD nahe Memmingen während einer langfristig geplanten Wartung entstanden. Für eine Wartung muss das Radar abgestellt werden. Doch selbst für eine solche, von langer Hand vorbereitete Überprüfung der Anlage erfolgt eine enge Abstimmung zwischen der Vorhersage- und Beratungszentrale in Offenbach sowie dem Technikteam des DWD. Dabei wird bis kurz vor dem vorgesehenen Zeitpunkt der Abschaltung geprüft, ob die aktuelle Wetterlage den Ausfall der Radarmessungen für einen kurzen Zeitraum überhaupt zulässt oder ob die Wartung sogar verschoben werden muss.

01+02

Damit das Fett während der Schmierung an alle Stellen der Getriebe gelangt, muss die Antenne bei der Wartung kontinuierlich von Hand bewegt werden. Aufgrund des Gewichts der Antenne und ihrer weiteren Komponenten bewegen Melanie Eickmeier und Serguei Laskovitch die Antenne gemeinsam.

03

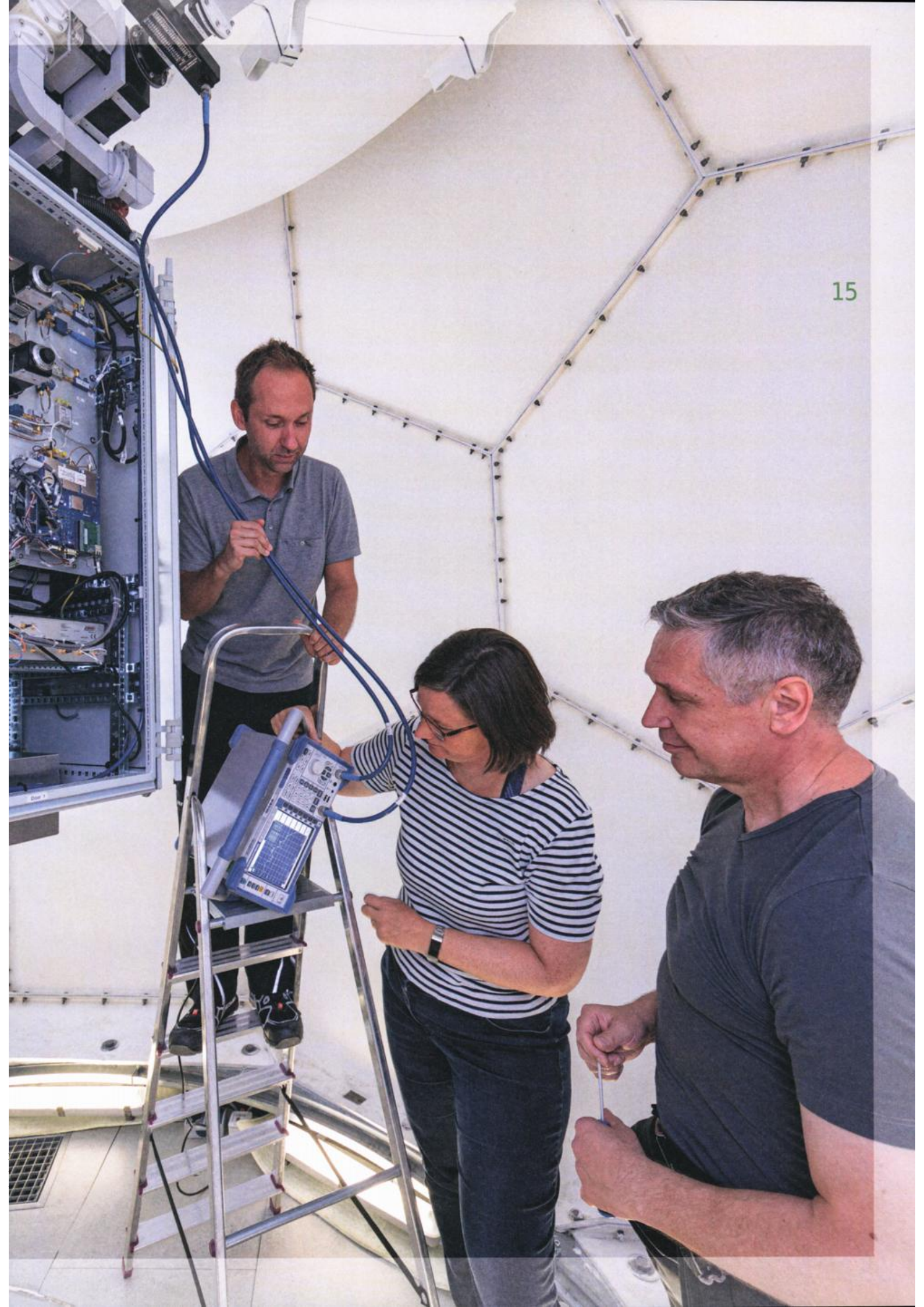
Das Radarteam nach getaner Arbeit am Antennenfuß (Pedestal) des Wetterradars im Radom. Serguei Laskovitch und Ladislav Hart sind für die Durchführung der Neun-Monats-Wartung zum Wetterradar Memmingen gekommen. Melanie Eickmeier ist für die fachliche und technische Koordination der Fernerkundungssysteme zuständig.



Wetter und Klima 2019

rechts

Arbeiten auf engstem Raum: Das Technikteam prüft mit dem Netzwerkanalysator die Dämpfung des sogenannten TR-Limiters, der dem Schutz des Empfängers vor dem sehr hohen Sendepuls dient. Da dieses Bauteil sehr schnell altert, und genaue Informationen über die gesamten Sende- und Empfangswege benötigt werden, müssen die Dämpfungen aller Komponenten regelmäßig geprüft und bei Bedarf im Kalibrierdatenblatt des Radarsystems angepasst werden.



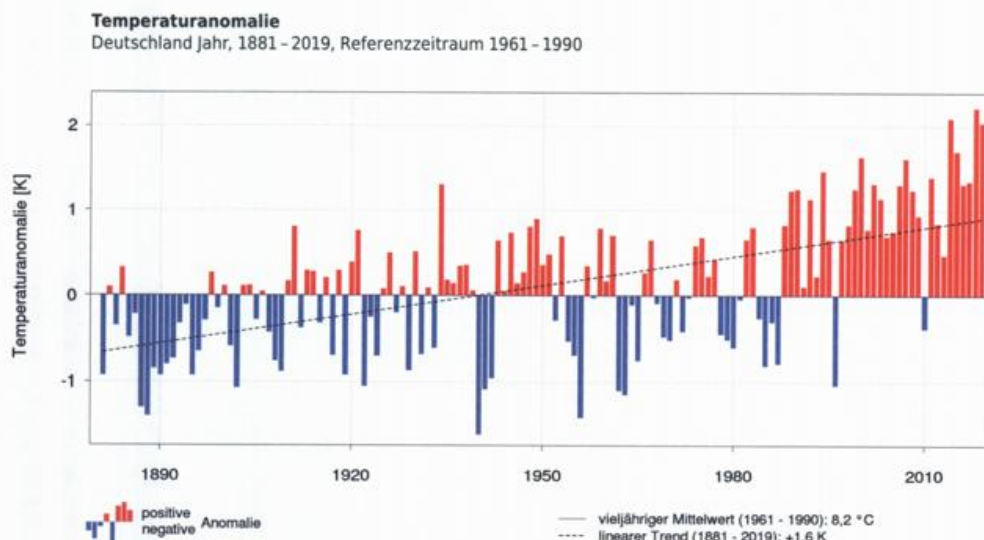
Neun der zehn wärmsten Jahre in den letzten 20 Jahren, 2019 auf Platz zwei

Mit einer Mitteltemperatur von 10,3 °C war das Jahr 2019 zusammen mit dem Jahr 2014 das bisher zweitwärmste in Deutschland beobachtete Jahr seit dem Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1881.

Der lineare Trend über den Zeitraum 1881 bis 2019 beträgt +1,6 K. Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen innerhalb der letzten 20 Jahre. Während der letzten 32 Jahre traten nur zwei unterdurchschnittlich warme Jahre auf (bezogen auf den international

gültigen Referenzzeitraum 1961 bis 1990). In den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen wurde das bisher wärmste Jahr beobachtet. In Sachsen-Anhalt belegte das Jahr 2019 zusammen mit dem Jahr 2018 den ersten Platz.

Abb. 1



Temperatur im Jahresverlauf

Nachdem das Jahr 2018 einen neuen Temperaturrekord in Deutschland verzeichnete, erreichte die Jahresmitteltemperatur des Jahres 2019 $10,3\text{ °C}$ und lag damit zusammen mit dem Jahr 2014 auf Platz zwei der wärmsten bisher beobachteten Jahre¹. Im Vergleich zum vieljährigen Bezugszeitraum 1961 bis 1990 ergibt sich eine positive Abweichung von $+2,0\text{ Kelvin (K)}$. Die Monate Januar bis April wiesen eine positive Temperaturanomalie auf. Nur der Mai ($-1,1\text{ K}$) war kühler als im vieljährigen Mittel. Mit dem Mai 2019 endete eine 13 Monate andauernde Periode zu warmer Monate. Der Juni 2019 stellte einen neuen Monatsrekord auf. Ab Juni 2019 waren dann wieder alle Monate überdurchschnittlich warm. Schon in der letzten Dekade des Aprils konnten die ersten Sommertage

(Tage mit mehr als 25 °C) beobachtet werden. Auch der Oktober konnte mit vielen Sommertagen aufwarten. Die bundesweit gemittelte Anzahl der Sommertage im Jahr 2019 beträgt 52 Tage (Abb. 2). Sowohl in der letzten Juni- als auch in der letzten Juli-dekade wurden sehr hohe Temperaturen registriert, diese überstiegen oft die 30 °C -Marke. Insgesamt wurden deutschlandweit 17 Heiße Tage (Tage mit mehr als 30 °C) beobachtet (Abb. 3). Außergewöhnlich war insbesondere, dass an drei aufeinanderfolgenden Tagen (24. bis 26. Juli 2019) an zahlreichen Messstationen in westlichen Teilen Deutschlands die 40 °C -Schwelle überschritten und ein neuer deutscher Temperaturrekord ($42,6\text{ °C}$ am 25. Juli in Lingen) aufgestellt wurde.

Langfristige Entwicklung der Temperatur bis 2019

Der lineare Trend über den Zeitraum 1881 bis 2019 beträgt $+1,6\text{ K}$ (Abb. 1). Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen innerhalb der letzten 20 Jahre. Während der letzten 32 Jahre traten nur zwei (1996, 2010) unterdurchschnittlich warme Jahre auf (bezogen auf den Referenzzeitraum 1961 bis 1990).

Die Darstellung der Trendlinie in Abb. 1 dient zur Veranschaulichung der langfristigen Entwicklung, beinhaltet aber keine physikalische Interpretation der Klimaentwicklung. Die zurückliegenden Jahre seit 2014 lagen alle deutlich oberhalb der linearen Trendlinie.

¹ Für die Festlegung der Reihenfolge verwendet der DWD eine Nachkommastelle, d. h. die Jahre 2014 und 2019 werden mit einem deutschlandweiten Mittelwert von $10,3\text{ °C}$ als gleichwarm bewertet und belegen somit gemeinsam den zweiten Platz.

Abb. 2

Sommertage
Deutschland Jahr, 1851 - 2019

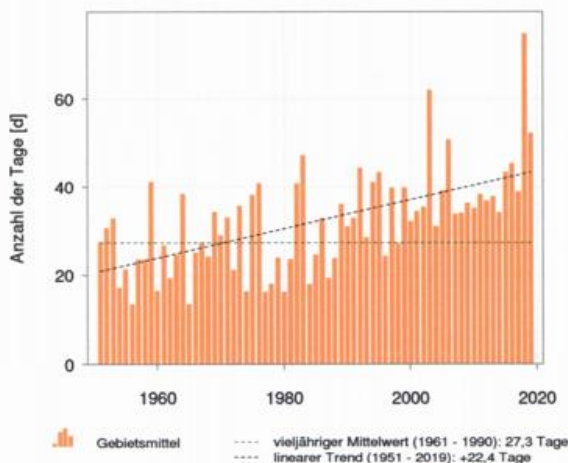
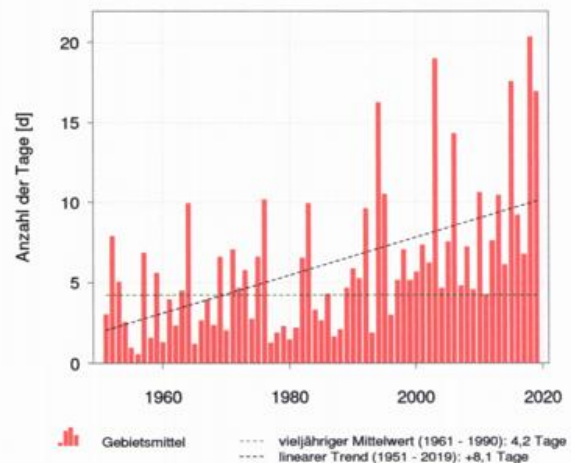


Abb. 3

Heiße Tage
Deutschland Jahr, 1851 - 2019



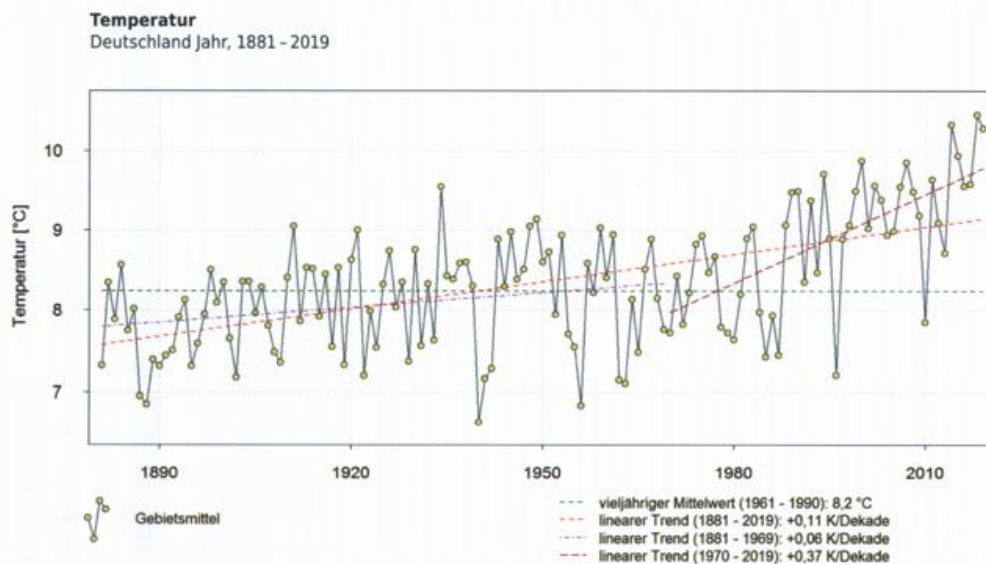
Bei genauerer Betrachtung der Daten ist eine Verstärkung des Temperaturanstiegs in den letzten Jahrzehnten erkennbar.

Zur Verdeutlichung zeigt Abb. 4 eine Trendberechnung für zwei Abschnitte der Zeitreihe. Um

die Erwärmung während der letzten Jahrzehnte zu betrachten, wurden der Trend für die letzten 50 Jahre (1970 bis 2019) und separat der Trend für den davorliegenden Zeitraum berechnet (1881 bis 1969). Die Trendlinien für beide Zeiträume sind in der Abbildung enthalten. Für den Zeitraum 1970 bis 2019 beträgt die Erwärmungsrate 0,37 K pro Jahrzehnt, wohingegen sie im Zeitraum 1881 bis 1969 nur 0,06 K pro Jahrzehnt betrug. Über den kompletten Zeitraum berechnet (1881 bis 2019) ergibt sich 0,11 K pro Jahrzehnt.

Der starke Anstieg der Temperatur während der letzten Jahrzehnte wird auch bei Betrachtung von zehnjährigen Mittelungszeiträumen sichtbar (Abb. 5). Gemäß allgemeiner Definition endet das Jahrzehnt erst mit Ende des Jahres 2020. Abweichend von dieser Definition zeigt die Abb. 5 einen Vergleich zehnjähriger Zeiträume die aufgrund der aktuellen Datenverfügbarkeit jeweils um ein Jahr versetzt sind. Für den Zeitraum 2010 bis 2019 beträgt der deutschlandweite Temperaturmittelwert 9,5 °C. Der Mittelwert im ersten Jahrzehnt der Datenreihe (1881 bis 1890) betrug: 7,6 °C.

Abb. 4



Zu Berechnungsverfahren und Datengrundlage

Der DWD wertet den Anstieg der Temperatur in Deutschland üblicherweise ab dem Jahr 1881 aus, da zu diesem Zeitpunkt mit systematischen und flächendeckenden Wetteraufzeichnungen begonnen wurde. Das Berechnungsverfahren, das dieser Auswertung (d. h. der Berechnung des deutschlandweiten Temperaturmittelwerts) zugrunde liegt, ist so konzipiert, dass der Einfluss von Veränderungen im Messnetz minimiert wird.

Bei der Berechnung der Gebietsmitteltemperatur für Deutschland wird die Höhenabhängigkeit der Temperatur berücksichtigt. Somit wird sichergestellt, dass auch eine unterschiedliche Stationsverteilung über verschiedene Höhenstufen über die Jahrzehnte keine systematische Auswirkung auf den berechneten Gebietsmittelwert hat. Weiterhin werden in dem Verfahren nicht einfach die einzelnen Stationsmessungen gemittelt, sondern zunächst ein regelmäßiges Temperaturraster (Auflösung 1 km x 1 km) abgeleitet, das dann zur Bestimmung der deutschlandweiten Temperatur verwendet wird.

Heute erfolgen Temperaturmessungen üblicherweise durch elektronische Messgeräte, wohingegen früher insbesondere Quecksilberthermometer mit manueller Ablesung verwendet wurden. Der DWD betreibt über Deutschland verteilt mehrere Klimareferenzstationen. Diese dienen unter anderem dazu, die Vergleichbarkeit von früheren und aktuellen Messsensoren zu bewerten. Insbesondere wurden an den Klimareferenzstationen die traditionell eingesetzten Quecksilberthermometer (mit manueller Ablesung) und die aktuellen elektronischen Temperatursensoren über mehrere Jahre parallel betrieben. Vergleiche dieser Parallelmessungen zeigen, dass keine systematische Veränderung der Messungen durch den Übergang auf automatische Messungen eingetreten ist.

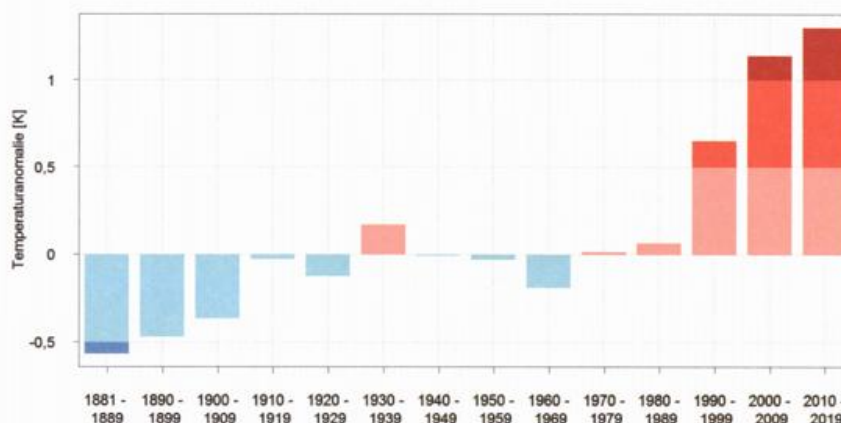
Bei der Auswahl der Standorte für Stationen wird darauf geachtet, dass eine gute Verteilung der Stationen über verschiedene Naturräume und Höhenlagen innerhalb Deutschlands erfolgt. Oft ist es schwierig an den gleichen Stationsstandorten über lange Perioden die Beobachtungen durchzuführen, z. B. wenn die Bedingungen für repräsentative Messungen nicht mehr gewährleistet sind. In den letzten Jahren wurden daher Stationen (z. B. Freiburg, Karlsruhe, Kassel) aus den Innenstadtgebieten in die Peripherie der Städte oder ins Umland verlegt, da durch die zunehmende Bebauung die ursprünglichen Standorte nicht mehr als geeignet eingestuft wurden.

Dass der deutschlandweite Temperaturtrend nicht auf methodische Effekte wie beispielsweise den sogenannten städtischen Wärmeineffekt zurückzuführen ist, kann man auch daran sehen, dass gleichartige Trends an den unbeeinflussten ländlichen Stationen festzustellen sind, die durchgehend am gleichen Standort betrieben wurden.

www.dwd.de/zeitreihen

Abb. 5

Temperaturanomalie der 10-Jahresperioden
Deutschland, Referenzzeitraum 1961 - 1990



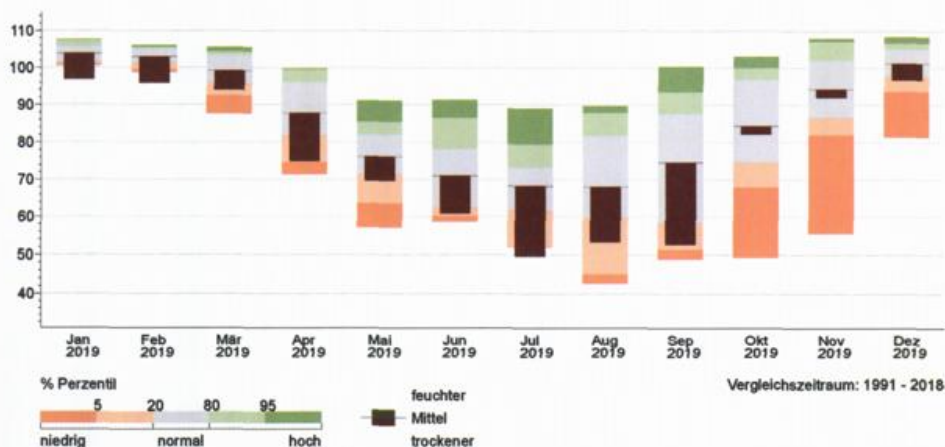
Das zweite Trockenjahr in Folge – 2019 aus agrarmeteorologischer Sicht

Auch wenn 2018 in Sachen Wärme und Trockenheit ein Rekordjahr war, steht ihm das Jahr 2019 nur um wenig nach. Die über das ganze Jahr aufsummierten Niederschlagsmengen lagen 2019 zwar nahe dem vieljährigen Mittel. Allerdings wirkte das massive Niederschlagsdefizit aus dem Jahr 2018 noch nach, so dass die Ausgangssituation ungünstiger war als im Vorjahr.

Die Böden zeigten sich bereits zum Start der Vegetationsperiode 2019 tiefgreifend ausgetrocknet, zudem verlief der Sommer erneut trockener und wärmer als üblich, wenngleich feuchter als 2018. Damit verschärfte sich die Bodenfeuchtesituation im Verlauf des Jahres

weiter. Besonders die beobachteten Trockenheitsschäden der Wälder sind der starken Austrocknung tieferer Bodenschichten infolge des ungewöhnlich trockenen Vorjahres und der unterdurchschnittlichen Auffüllung der Bodenwasservorräte im Winter 2018/19 geschuldet.

Klimatologische Einordnung der Monatsmittelwerte der Bodenfeuchte (Gras, sandiger Lehm) in % nFK, Deutschland



Trotz eher feuchtem Winter trockene Böden

Die Niederschläge der überdurchschnittlich nassen Monate Dezember 2018 und Januar 2019 reichten nicht aus, um das Defizit der Bodenfeuchte aus den vorangegangenen zehn trockenen Monaten auszugleichen. Besonders im Nordosten blieb es in der Schicht 0 bis 60 cm mit Abweichungen zum langjährigen Mittel von -15 bis -35 Prozent nutzbarer Feldkapazität (nFK) markant zu trocken. Im Februar sank die Bodenfeuchte bei anhaltend trocken-mildem Wetter für die Jahreszeit ungewöhnlich stark ab. Im Flächenmittel Deutschlands waren die Wintermonate Dezember 2018 bis Februar 2019 bezogen auf die Bodenfeuchte trockener als sämtliche Wintermonate des Vergleichszeitraums 1991 bis 2018!

links

Monatsmittelwerte
2019 der Bodenfeuchte
in Deutschland

rechts

Bodenfeuchte für
Frankfurt (Main) für
2018 und 2019 bis in
2 m Tiefe

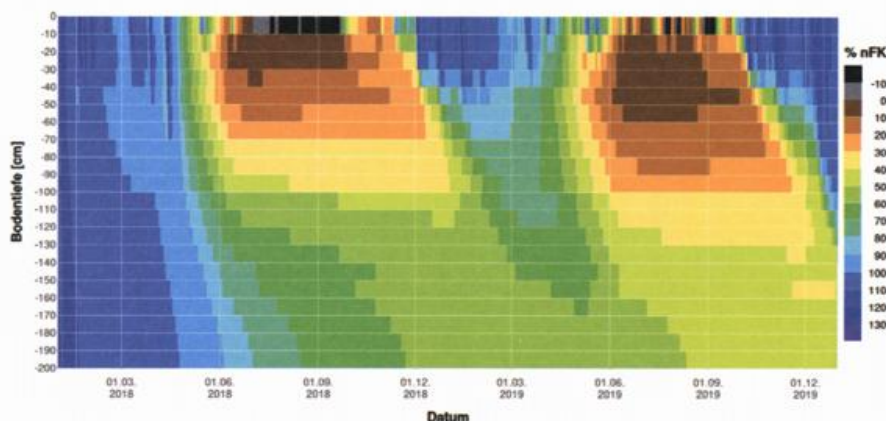
Frühling: Böden ähnlich trocken wie 2018

Die nasse erste Märzhälfte entspannte die Bodenfeuchtesituation vorübergehend. Bei milder Witterung wuchs der Vorsprung der Vegetation gegenüber dem vieljährigen Mittel auf rund eine Woche.

Der April war zwar aufgrund von gelegentlichen Kaltlufteinbrüchen insgesamt nicht ganz so warm wie der April 2018, allerdings im Flächenmittel sogar noch etwas trockener. Große tägliche Temperaturunterschiede mit Nachfrösten führten örtlich zu Schäden an Obstblüten und trugen bei Raps zu physiologischer Knospenwelke bei. In der zweiten Monatshälfte litten an trockenen Standorten vor allem Sommerungen mit ihrem noch wenig entwickelten Wurzelwerk zunehmend unter Trockenstress.

Nach einer Serie von 13 überdurchschnittlich warmen Monaten in Folge verlief der Mai zu kühl, dies verzögerte besonders die Entwicklung der wärmebedürftigen Kulturen Mais und Zuckerrüben. Örtlich sorgten Nachfröste für Schäden. Ergiebige Niederschläge entspannten im Süden und in der Mitte Deutschlands die Situation bezüglich Trockenheit in der Landwirtschaft dadurch, dass die oberen Bodenschichten vorübergehend mit Wasser aufgefüllt wurden. Dennoch blieben die Böden in weiten Teilen Deutschlands trockener als üblich.

Berechnetes Bodenfeuchteprofil (Winterweizen)
Frankfurt (Flughafen)



Nutzbare Feldkapazität

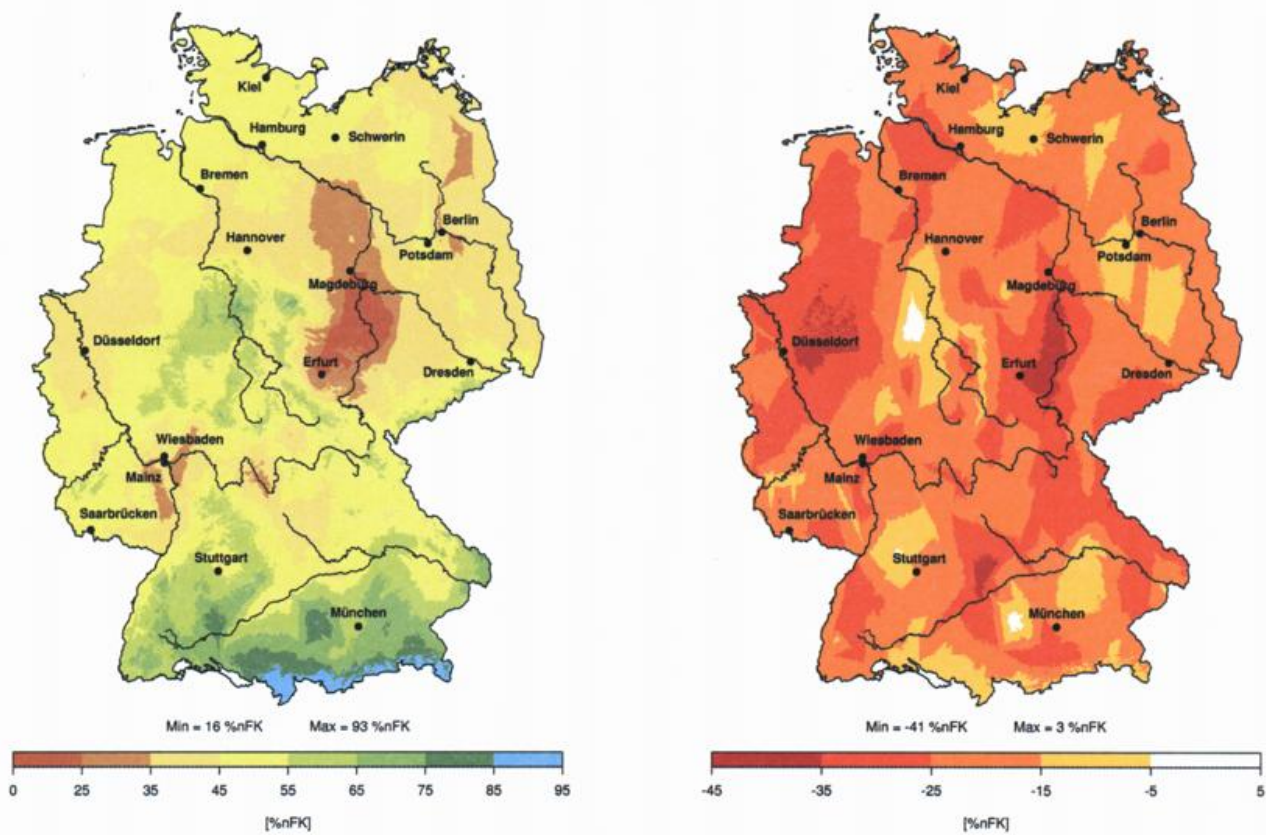
Die Feldkapazität (FK) ist die Wassermenge, die ein wassergesättigter Boden gegen die Schwerkraft halten kann. Dieser Grenzwert stellt sich in der Regel zwei bis drei Tage nach völliger Wassersättigung ein, wenn das überschüssige Wasser in den Untergrund versickert ist. Da Pflanzen nicht das gesamte im Boden enthaltene Wasser entnehmen können, wird die nutzbare Feldkapazität (nFK) als Maß für das pflanzenverfügbare Wasser verwendet. Die nutzbare Feldkapazität wird vom Deutschen Wetterdienst regulär für die oberen 60 cm des Bodens berechnete. Dementsprechend beziehen sich die Angaben im Text auf die Bodenschicht 0 bis 60 cm.

Sommer: Niederschlagsmangel und zeitweise extreme Hitze

Im Sommer 2019 stellte sich erneut überdurchschnittlich trockene Witterung ein. Zudem setzten Ende Juni und Ende Juli ungewöhnliche Hitzewellen die Pflanzen unter Stress. Besonders bei Obst und Wein kam es zu Sonnenbrand an den Früchten. Die Kombination aus geringen Niederschlagsmengen und stark erhöhter potenzieller Verdunstung führte in weiten Teilen Deutschlands zu einer zunehmend kritischen Trockenheitssituation.

Im Juli 2019 war die Bodenfeuchte im Deutschlandmittel niedriger als in allen Jahren des Vergleichszeitraums 1991 bis 2018 und lag damit auch unter dem Wert von 2018, was vor allem aus den trockeneren Startbedingungen resultierte. Die spärlichen Niederschläge reichten – abgesehen von den besonders trockenen Regionen von Nordrhein-Westfalen bis Ostdeutschland – jedoch häufig aus, um den Boden zeitweise oberflächlich anzufeuchten. So wurde die Wasserversorgung der landwirtschaftlichen Kulturen einigermaßen aufrecht erhalten und die Ernteeinbußen hielten sich in Grenzen.

Im August verbesserte sich die Bodenfeuchtesituation leicht, was bei den noch wasserbedürftigen Kulturen Mais und Zuckerrüben in einigen Regionen weitere Trockenheitsschäden verhinderte. Gegen Monatsende setzte nochmals eine Hitzewelle die Pflanzen unter Stress.



links

Absolute Bodenfeuchte
im besonders (boden-) trockenen Juli 2019

rechts

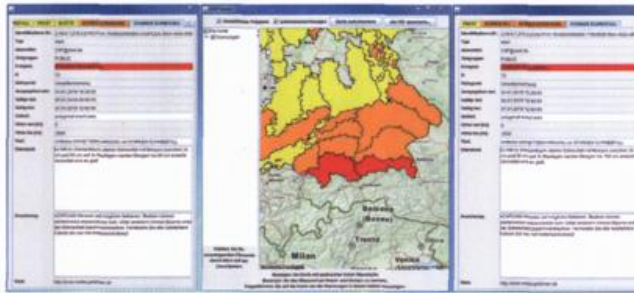
Absolute Bodenfeuchte
und die Abweichung
im besonders (boden-) trockenen Juli 2019

Deutliche Verbesserung der Bodenfeuchtesituation im Herbst

In den ersten drei Septemberwochen blieb die Trockenheit noch bestehen. Damit gestaltete sich die Rapsaussaat erneut schwierig, je nach Wasserverfügbarkeit lief der Raps sehr unterschiedlich auf. Anschließend stellte sich die Witterung jedoch um: Von Ende September bis Mitte Oktober fielen landesweit immer wieder flächendeckende und ergiebige Niederschläge. Die Bodenfeuchte begann überall deutlich zu steigen und nahm erst jetzt einen deutlich anderen Verlauf als 2018.

In den folgenden Wochen und bis Jahresende schritt - bei in etwa durchschnittlichen Niederschlagsmengen - die Auffüllung der Bodenwasservorräte weiter voran. Damit lag die Bodenfeuchte von Oktober bis Dezember im Flächenmittel in den oberen 60 cm nur noch wenig unter dem vieljährigen Durchschnitt - mit positiven Abweichungen im Westen und negativen Abweichungen im Süden und Osten. In tieferen Bodenschichten war der Boden allerdings in fast allen Regionen immer noch deutlich zu trocken.

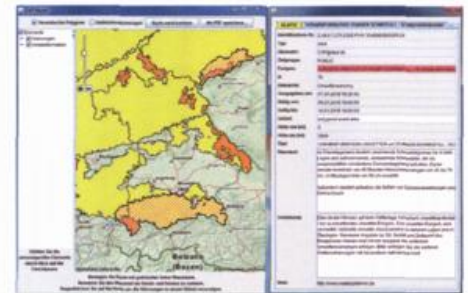
01



01

Warnstatus vom 04.01.2019, mittags für den westlichen Alpenrand (links) und die Region Werdenfelser Land bis Berchtesgadener Land (Mitte) sowie Warnpolygone vom 04.01.2019, mittags für Schneefall und Schneeverwehungen (rechts), dabei Unwetterwarnungen in roter Farbe

02



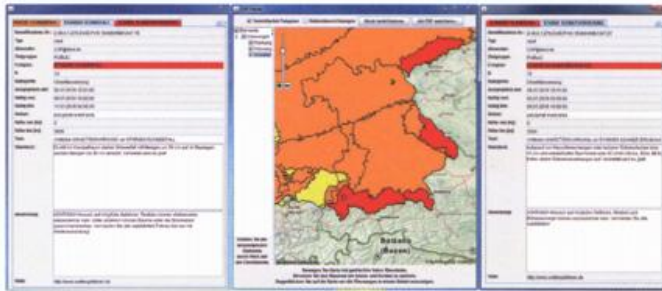
02

Warnstatus vom 07.01.2019, abends mit Warnpolygon „Vorabinformation Unwetter“ für starken Schneefall

Starke Schneefälle im Januar: Rasante Zunahme der Schneehöhen in kurzer Zeit

Wiederholt kräftige und anhaltende Schneefälle traten Anfang bis Mitte Januar im bayerischen Alpenraum und in Teilen des Vorlandes auf. Innerhalb von etwas mehr als einer Woche kam - in drei Phasen - auch in tieferen Lagen am Alpenrand teilweise deutlich mehr als ein Meter Neuschnee zusammen, bis fast an die südliche Stadtgrenze von München heranreichend zum Teil fast ein halber Meter. Eine zwischenzeitliche Milderung der Temperatur in Verbindung mit Dauerregen verursachte regional kleine Ausuferungen und Überschwemmungen.

03



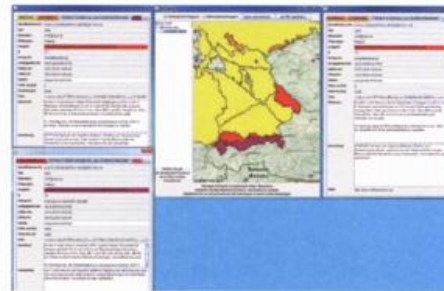
03

Warnstatus (links) und Unwetterwarnungen (rot) vor starkem Schneefall (rechts) vom 08.01.2019, mittags

04

Warnstatus vom 12.01.2019, vormittags mit Unwetterwarnung vor starkem Schneefall und Schneeverwehungen (links) sowie Warnpolygone Unwetter (rot) und extremes Unwetter (violett, rechts)

04



Wetterlage

In der ersten Hälfte des Januars 2019 kennzeichnete eine andauernde bzw. sich immer wieder regenerierende Nordwestlage die großräumige Situation in Mitteleuropa. Dabei hatte sich über Westeuropa bzw. dem nahen Atlantik ein umfangreiches Hoch („Angela“) etabliert, während an dessen Nord- und Ostflanke wiederholt Tiefdruckgebiete („Zeetje“, „André“, „Benjamin“), den Weg vom Nordatlantik nach Skandinavien oder ins östliche Europa fanden. Nach der Monatsmitte stellte sich die Großwetterlage zwar um – das Hoch legte seinen Schwerpunkt in den Bereich der Azoren – das Grundmuster jedoch blieb bis Ende Januar dasselbe. Über den gesamten Monat gemittelt lag der Luftdruck westlich der Britischen Inseln um bis zu 14 hPa über dem Januarmittel der Jahre 1961 bis 1990. Gleichzeitig lag der Luftdruck zwischen den baltischen Staaten und Rumänien um bis zu 10 hPa niedriger als im vieljährigen Mittel für den Monat Januar. Zwischen dem Hoch im Westen und den Tiefs im Norden und Osten gelangte mit einer nordwestlichen, zum Teil nördlichen, zwischenzeitlich auch westlichen Strömung überwiegend polare Meeresluft nach Mitteleuropa und Bayern, in kurzen Einschüben aber auch milde Atlantikluft. Der Zustrom kühlerer und trockenerer Luftmassen aus Nordosten am 14. und 15. Januar führte schließlich zu einer Wetterberuhigung.

Einfluss des Klimawandels auf Stark- und Dauerschneefall

Analysen des DWD zeigen, dass die im Januar 2019 aufgetretene Wetterlage mit Zustrom feuchtkalter Luft aus nördlichen Richtungen in Zukunft vermutlich häufiger vorkommen wird. Außerdem zeigen Klimaprojektionen, dass sich Winterniederschläge in Zukunft intensivieren dürften¹. In Verbindung mit dem weiteren Anstieg der globalen Mitteltemperatur² ist davon auszugehen, dass der Niederschlag dann jedoch auch häufiger als Regen statt als Schnee fällt. Starke Schneefälle können aber trotzdem besonders in den höheren Lagen auftreten. Auch eine Häufung der aktuell zu beobachtenden Kombination aus Stark- und Dauerschneefall im Wechsel mit Tauwetter und Dauerregen ist denkbar.

Die rasante Zunahme der Schneehöhen in einem relativ kurzen Zeitabschnitt dieses Winters hatte gebietsweise katastrophale Auswirkungen auf die Infrastruktur der Alpenlandkreise und führte zum rapiden Ansteigen der Lawinengefahr. Den Katastrophenfall riefen die Behörden für Teile des Berchtesgadener Landes, für den Landkreis Traunstein und Bad Tölz-Wolfratshausen, im weiteren Verlauf auch für die Kreise Garmisch-Partenkirchen, Miesbach und Rosenheim aus. Unzählige Kräfte der Katastrophenschutzeinrichtungen befanden sich im Dauereinsatz. Die Bundeswehr versorgte eingeschlossene Menschen, half beim Räumen der Schneelasten von den Dächern und beim Transport der Hilfskräfte. Viele Schulen blieben in den betroffenen Landkreisen geschlossen. Das öffentliche Leben in diesen Bereichen war massiv beeinträchtigt. Mehrere Menschen verloren bei Lawinenabgängen und Unfällen ihr Leben. Klimaprojektionen zeigen, dass Winterniederschläge in Zukunft intensiver ausfallen werden.

¹⁺² Textnachweise siehe Seite 71



01



02

Erste Phase: 4. bis 7. Januar

Bis zum 7. fiel insbesondere im Süden Bayerns reichlich Neuschnee. Während es an und nördlich der Donau für Schnee meist etwas zu mild blieb, konnte an diesem Montagmorgen um 06 UTC (7 Uhr GZ) im Alpenvorland vielerorts eine Gesamtschneehöhe zwischen 15 und 30, in den südlichen Teilen zum Teil über 40 cm gemessen werden, z. B. Egling/Isar-Attenham (709 m) 45 cm, Aitrang (747 m) und Nesselwang (880 m) je 50 cm.

Zweite Phase: 8. bis 11. Januar

Bereits vom 8. zum 9. Januar meldeten einige Stationen am Alpenrand, aber auch im Bayerischen Wald wieder mehr als 30 cm Neuschnee in 24 Stunden (z. B. Oberstdorf-Birgsau, 941 m hoch gelegen, 40 cm). Der größte 24-stündige Neuschneezuwachs in dieser Phase wurde jedoch vom 9. zum 10. verzeichnet. Insbesondere an den Alpen kamen nochmals 15 bis 30 cm, in Staulagen sogar über ein halber Meter Schnee hinzu (z. B. Ruhpolding-Seehaus, in 746 m Höhe, 74 cm). Innerhalb von 48 Stunden wurde an den Alpen und im südlichen Vorland somit stellenweise bis zu 1 Meter Neuschnee registriert. Entsprechend betrug die Gesamtschneehöhe am 10. meist 25 bis 75 cm, an den Alpen oberhalb etwa 1.000 m über NN 100 bis 250 cm, auf der Zugspitze 325 cm.

Vom 10. zum 11. Januar fiel in den Chiemgauer und Berchtesgadener Alpen örtlich nochmals ein halber Meter Neuschnee (z. B. Kiefersfelden-Gach, 518 m, 52 cm), sonst im südlichen Alpenvorland meist 15 bis 30 cm. Am Morgen des 11. wurden imposante Gesamtschneehöhen gemeldet: beispielsweise aus Ruhpolding-Seehaus (746 m) 210 cm, aus Reit im Winkl (685 m) 150 cm, aus Immenstadt-Reute (960 m) 101 cm, aus Holzkirchen (685 m) 81 cm. Selbst in manchen Stadtteilen von München lagen annähernd 30 cm.

Dritte Phase: 12. bis 15. Januar

Leichtes Tauwetter ließ die Schneedecke bereits am 12. Januar in tieferen Lagen zusammensacken. Dort fiel der Niederschlag dann auch als Regen, während in den mittleren und höheren Lagen der Alpen bis zum Morgen des 13. Januar wieder 15 bis 30 cm Neuschnee hinzukamen (z. B. Ramsau-Schwarzeck/Schmuck [1088 m] 29 cm). Auch am 13., 14. und 15. Januar lag die Temperatur meist etwas über dem Gefrierpunkt, selbst die Nächte zum 13. und 14. Januar blieben im Alpenvorland verbreitet frostfrei. Dort gab es erst in der Nacht zum 15. wieder etwas Neuschnee, während oberhalb von 800 bis 1.000 m über NN gelegene Orte weitere 15 bis 30 cm, teilweise auch mehr erhielten. Zum Beispiel fielen in Mittenwald-Buckelwiesen (981 m) 35 cm Neuschnee in 24 Stunden bis zum 15. Januar.



03



04

01-04

Trügerische Idyllen und
Schnee im Überfluss:
verschneite Landschaften,
Dachlasten oder Schnee,
der sich mannshoch auf-
türmt, so dass teilweise
Fenster im Erdgeschoss

von Häusern nicht mehr
geöffnet werden können.
Aufnahmen des DWD-
Kollegen Torsten Wendt
im Chiemgau, in der
Nähe von Kufstein und
bei Rottach-Egern

Warnmanagement

Der DWD benutzt für seine Wettervorhersage und das Warnmanagement neben dem eigenen ICON-Vorhersagemodell unter anderem auch die Vorhersagen des Europäischen Zentrums für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) sowie Ensemblevorhersagen. Über alle drei Phasen wurden die Neuschneemengen sehr gut vorhergesagt.

Nach einem ersten Hinweis im Warnlagebericht Bayern galten ab dem späten Vormittag des 4. Januar Unwetterwarnungen für die Alpenlandkreise vor starkem Schneefall. Gemäß der Verordnung über Durchsagen bei Katastrophen in Bayern wurden die Warnungen auch über Rundfunk und Fernsehen verbreitet.

Auch bei der zweiten Phase veröffentlichte der DWD am 7. Januar eine Vorabinformation, die am darauffolgenden Tag zu einer Unwetterwarnung hochgestuft wurde. Für den Zeitraum bis zum 11. Januar wurde vor starkem Schneefall mit Neuschneemengen bis zu 90 cm sowie vor Schneeverwehungen gewarnt.

Ähnlich verlief das Warnmanagement für die dritte Phase: Nach einer ersten Vorabinformation am 11. Januar gab es am 12. Januar zunächst eine Unwetterwarnung vor starkem Schneefall und Schneeverwehungen, die am gleichen Tag für Lagen oberhalb von 1.000 m nochmals erhöht wurde in eine extreme Unwetterwarnung. Die Neuschneemengen wurden mit 70 bis 100 cm prognostiziert.

Situation in Europa

Neben Deutschland war vor allem Österreich von starken Schneefällen betroffen, darüber hinaus aber auch Südpolen, Tschechien und die Slowakei, jeweils besonders im Nordstau von Gebirgen. In Österreich fielen innerhalb von 10 Tagen bis über 3 m Neuschnee. Auf Gebäuden entstanden hohe Schneelasten. Es gab etliche größere Lawinenabgänge, die teilweise auch zu Todesfällen führten, örtlich bestand die höchste Lawinenwarnstufe. Mehrere Orte waren von der Außenwelt abgeschnitten, vielfach fiel der Strom aus.

Nach Westen hin (Ostfrankreich, Schweiz) fielen die Schneefälle mit zunehmendem Hochdruckeinfluss geringer aus; allerdings lagen in den Vogesen oberhalb von 1.200 m Höhe immerhin noch 50 cm Schnee. Durch einige Tiefs über dem östlichen Mittelmeer in Verbindung mit eingeflossener Kaltluft gab es auch in Südosteuropa (Süditalien, Balkan, Griechenland), der Türkei und sogar im Nahen Osten teilweise ergiebige Schneefälle. Dagegen blieb es in Norditalien durch Föhn auf der Alpensüdseite trocken und es entstanden trotz dieser Jahreszeit einige größere Waldbrände.

Außergewöhnliche Hitzewelle

Vom 24. bis 26. Juli 2019 trat in Deutschland eine außergewöhnliche Hitzewelle mit Höchsttemperaturen von über 40 °C an drei aufeinanderfolgenden Tagen im Westen des Landes auf – das erste Mal seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen hierzulande.

Dabei wurden an diversen Messstationen neue Rekordwerte registriert mit einem neuen nationalen Allzeitrekord von 42,6 °C am 25. Juli 2019 an der Station Lingen im Emsland. Auch in anderen Ländern im westlichen Europa wurden zahlreiche Stationsrekorde, in den Niederlanden, Belgien und Luxemburg auch weitere Landesrekorde aufgezeichnet.

Wie schon bei der Hitzewelle Ende Juni 2019, war auch gut vier Wochen später wieder eine sogenannte Omega-Lage der Auslöser. Wieder kamen weite Teile von Europa unter Hochdruckeinfluss, während über dem Nordatlantik und über West-Russland jeweils ein ausgeprägtes, hochreichendes Tief lag. Im Unterschied zu Ende Juni reichte diesmal der Hochdruckeinfluss jedoch noch deutlich weiter nach Norden bis in weite Teile Skandinaviens. Auf der Westseite des Hochdruckgebiets wurde sehr warme Luft von Nordafrika über Spanien und das westliche Mitteleuropa bis nach Skandinavien geführt.

Tabelle

Stationen des gemeinsamen Messnetzes DWD-Bundeswehr, die am 25. Juli 2019 mindestens 40,0 °C gemessen

haben. Alle diese Werte waren auch lokale Rekorde an der jeweiligen Station.

Rekordwerte in Deutschland

Der bisherige Deutschland-Rekord von 40,3 °C, der sowohl am 5. Juli als auch am 7. August 2015 in Kitzingen (Unterfranken, Bayern) gemessen worden war, wurde am 24. Juli 2019 erstmalig überboten. Die zum gemeinsamen Messnetz des DWD und der Bundeswehr gehörende Bundeswehr-Station Geilenkirchen meldete an diesem Tag mit 40,5 °C einen neuen Rekordwert. Doch dieser neue Rekord hatte nur 24 Stunden Bestand. Am 25. Juli erreichte die Hitze in weiten Teilen Deutschlands ihren Höhepunkt, wobei der frühere Kitzinger Rekord an 14 Messstationen übertroffen wurde. Darüber hinaus gab es im Westen und der Mitte Deutschlands verbreitet lokale Stationsrekorde.

Spitzenreiter und damit neuer Rekordhalter für Deutschland ist die Station Lingen im Emsland mit einer Temperatur von 42,6 °C. Drei weitere Stationen registrierten noch über 41 °C. Insgesamt meldeten am 25. Juli 25 Stationen des gemeinsamen Messnetzes von DWD und Bundeswehr Temperaturmaxima von 40 °C oder mehr. Tagesmaxima unterhalb von 35 °C wurden meist nur an Stationen unmittelbar nahe der Alpen, nördlich von Berlin und nahe der Küste registriert. An der Ostseeküste blieb die Temperatur infolge des auflandigen Windes an einigen Stationen sogar unter 25 °C, so dass dort kein Sommertag verzeichnet wurde.

Auch die nächtlichen Tiefstwerte lagen auf sehr hohem Niveau. Am 25. Juli meldeten 91 Stationen eine Tropennacht (Tagesminima ≥ 20 °C), davon sechs sogar mit einer Tiefsttemperatur von mindestens 25,0 °C. Dabei wiesen vor allem Stationen in westlichen Mittelgebirgslagen Minima über 25 °C auf, neben dem Weinbiet mit einem Spitzenwert von 26,2 °C auch der Hoherodskopf im Vogelsberg, der Kleine Feldberg im Taunus und der Kahle Asten im Rothaargebirge. Am 26. Juli verzeichneten sogar 117 DWD-Stationen eine Tropennacht, davon sieben mindestens 25,0 °C, mit Hümmerich (Rhein-Westerwald) als Spitzenreiter mit 26,1 °C. Obwohl der Höhepunkt der Hitzewelle überschritten war, wurden am 26. Juli nochmals maximal 40,4 °C erreicht (Tönisvorst, Niederrhein). Am 27. Juli waren dann die Höchstwerte mit höchstens 30 bis 34 °C in einem Sektor zwischen Emsland und Erzgebirge deutlich niedriger.

Station	°C	Station	°C
Lingen	42,6	Bad Neuenahr-Ahrweiler	40,4
Tönisvorst	41,2	Köln/Bonn	40,3
Duisburg-Baerl	41,2	Wuppertal-Buchenhofen	40,2
Köln-Stammheim	41,1	Neunkirchen-Wellesweiler	40,2
Bonn-Roleber	40,9	Frankfurt am Main, Westend	40,2
Kleve	40,9	Bad Nauheim	40,1
Düsseldorf	40,7	Frankfurt am Main, Flughafen	40,1
Trier-Petrisberg	40,6	Kahl am Main	40,0
Geilenkirchen	40,6	Münster/Osnabrück	40,0
Nörvenich	40,6	Essen-Bredeney	40,0
Weilerswist-Lommersum	40,6	Schaafheim-Schlierbach	40,0
Waltrop-Abdinghof	40,5	Mannheim	40,0
Andernach	40,4		

Auch in anderen Ländern im westlichen Europa Temperaturrekorde

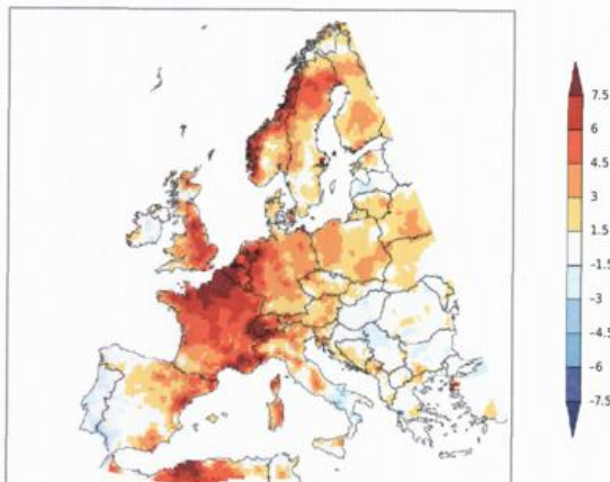
Neue nationale Hitzerekorde gab es auch in Großbritannien, in den Niederlanden, Belgien und Luxemburg. In Großbritannien wurde ein neuer Allzeit-Rekord von 38,7 °C in Cambridge Botanic Garden verzeichnet, in den Niederlanden von 40,7 °C in Gilze-Rijen, in Luxemburg von 40,8 °C in Steinsel, in Belgien sogar von 41,8 °C in Begijnendijk. In Belgien und in den Niederlanden wurden zuvor niemals Werte von 40 °C und mehr gemessen. Auch Frankreich meldete zahlreiche Stationsrekorde, z. B. Paris-Montsouris mit 42,6 °C. Die hohen Maxima von über 40 °C erstreckten sich dabei bis in den Norden des Landes.

Durch die weite Ausdehnung des Hochdruckeinflusses nach Norden gab es sogar in Skandinavien neue Rekorde. In Helsinki Kaisaniemi stiegen die Temperaturen am 28. Juli z. B. auf 33,2 °C. Der bisherige Rekord an der seit 1844 tätigen Station lag bei 31,6 °C (Juli 1945). In Schweden erreichten die höchsten Werte über 32 °C, in Norwegen über 34 °C. Vorläufige Auswertungen des niederländischen Wetterdienstes KNMI auf Basis des E-OBS-Datensatzes verdeutlichen die außergewöhnliche Situation Ende Juli 2019.

Klimatologische Einordnung

Temperaturen von 40 °C oder mehr gab es bisher in Deutschland äußerst selten und immer regional sehr begrenzt. Seit der ersten Registrierung von ≥ 40 °C (Gärnersdorf Rekordwert 40,2 °C am 27. Juli 1983) wurde dieser Wert bisher nur an zwei Stationen (Karlsruhe und Freiburg) im August 2003 eingestellt und um 0,1 Grad am 5. Juli und 7. August 2015 in Kitzingen übertroffen. Das Außergewöhnliche an der Hitzeperiode Ende Juli 2019 ist das vergleichsweise großräumige Auftreten (Rhein-Main-Gebiet über Niederrhein bis ins Emsland) von Temperaturen ≥ 40 °C, sowie dass an sechs Stationen der bisherige Temperaturrekord um 0,6 Grad oder mehr übertroffen wurde und dass an drei Tagen in Folge Temperaturen ≥ 40 °C registriert wurden.

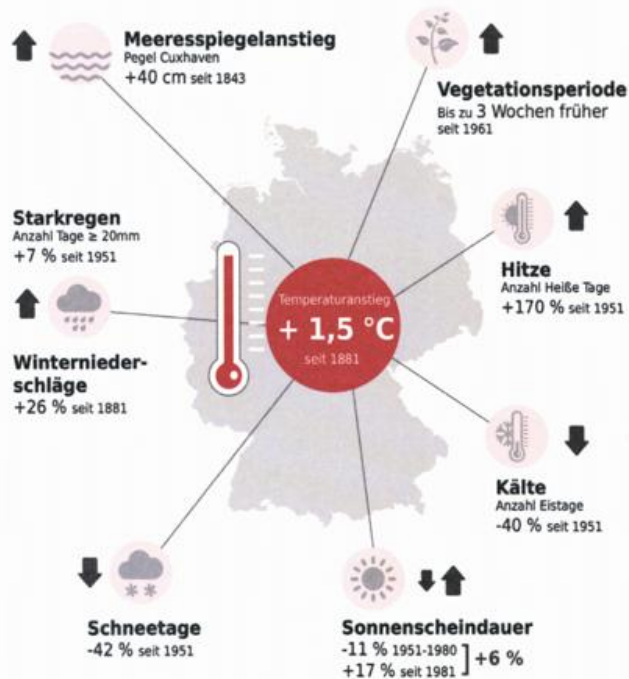
Die Abweichung der deutschlandweiten Julitemperaturen 2019 von der internationalen Referenzperiode 1961 bis 1990 beträgt 2 Grad und zur Vergleichsperiode 1981 bis 2010 0,9 Grad. Nachdem der Juni 2019 der wärmste Juni im Deutschlandmittel war, gehört der Juli 2019 trotz der Hitzewelle im letzten Monatsdrittel mit den Rekordtemperaturen nicht zu den wärmsten Juli-Monaten seit Beginn der Aufzeichnungen. Bemerkenswert ist jedoch das erneute Auftreten mehrerer Hitzewellen in kurzer Zeit, so wie es in den Sommern der letzten zwei bis drei Jahrzehnte zunehmend zu beobachten war. Eine solche Entwicklung entspricht grundsätzlich auch den Aussagen der Klimaprojektionen, nach denen längerfristig im Laufe der kommenden Jahrzehnte mit einer Zunahme der Häufigkeit und auch der Intensitäten von Hitzewellen zu rechnen ist. In dieses Bild fügen sich auch die während dieser jüngsten Hitzewelle aufgetretenen extremen Rekordtemperaturen sehr gut ein.



links

Auf dieser Abbildung zeigen dunkelrote Bereiche an, wieviel wärmer es am bisher heißesten Tag im Sommer 2019 war im Vergleich zu dem mittleren heißesten Tag des Jahres im Zeitraum

1981 bis 2010. Gut zu erkennen ist ein Band der höchsten Abweichungen entlang der französischen Nordseeküste über die Niederlande und Belgien bis ins Emsland.

**links**

Seit 1881 ist die Temperatur in Deutschland um 1,5 °C gestiegen. Doch ist der Klimawandel an weiteren Parametern spür- und nachvollziehbar.

Deutschland im Klimawandel

Auf Einladung der Bundespressekonferenz wurde Ende November in Berlin der „Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ in Deutschland vorgestellt.

Die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Svenja Schulze, Dr. Maike Schaefer, Bremer Bürgermeisterin und Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau, Maria Krautzberger, Präsidenten des Umweltbundesamtes (UBA) sowie Tobias Fuchs, Leiter Klima und Umwelt des DWD, präsentierten gemeinsam die wesentlichen Ergebnisse.

Im einleitenden Klimakapitel des Monitoringberichtes wird ein Überblick über die beobachteten Klimaveränderungen in Deutschland seit dem Ende des 19. Jahrhunderts gegeben. Es werden die mittleren Änderungen des Klimas beschrieben sowie ein Blick auf die Änderungen von Extremereignissen wie Hitzewellen, Starkniederschläge oder Trockenperioden gegeben. Neben dem umfangreichen Datenmaterial für dieses Kapitel lieferte der DWD auch Daten für die zu erwartende zukünftige Klimaentwicklung. Sie bilden mit die Grundlage für Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen.

„Die Beobachtungen des Deutschen Wetterdienstes sind eindeutig. Es wird rasant wärmer, mehr Hitzewellen bedrohen unsere Gesundheit, jeder muss mit Schäden durch heftigeren Starkregen rechnen. Der Klimawandel hat Deutschland im Griff,“ so Tobias Fuchs in seinem Statement bei der Pressekonferenz.

Deutschlandwetter 2019

	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	0,6 (-0,5)	11,0 am 27. in Rheinfelden	-22,4 am 3. auf der Zugspitze
Februar	4,0 (0,4)	21,7 am 27. in Saarbrücken-Burbach	-18,6 am 3. auf der Zugspitze
März	6,6 (3,5)	22,0 am 22. in Waltrop-Abdinghof	-18,5 am 11. auf der Zugspitze
April	9,6 (7,4)	28,1 am 24. in Kitzingen und München-Stadt	-13,5 am 28. auf der Zugspitze
Mai	11,0 (12,1)	27,6 am 19. in Lingen	-16,0 am 5. auf der Zugspitze
Juni	19,8 (15,4)	39,6 am 30. in Bernburg/Saale (Nord)	-1,7 am 1. auf der Zugspitze
Juli	18,9 (16,9)	42,6 am 25. in Lingen	-6,6 am 10. auf der Zugspitze
August	19,1 (16,5)	35,6 am 28. in Bernburg/Saale (Nord)	-5,7 am 14. auf der Zugspitze
September	14,1 (13,3)	33,8 am 1. in Coschen	-5,3 am 3., 6. und 9. auf der Zugspitze
Oktober	10,8 (9)	27,7 am 13. bzw. 14. in Ohlsbach bzw. Müllheim	-10,8 am 3. auf der Zugspitze
November	5,2 (4)	20,1 am 2. in Ohlsbach	-15,4 am 13. auf der Zugspitze
Dezember	3,8 (0,8)	20,2 am 20. in Piding	-16,5 am 10. auf der Zugspitze
Winter 2018/19	2,8 (0,2)	21,7 am 27.2. in Saarbrücken-Burbach	-22,4 am 3.1. auf der Zugspitze
Frühling	9,1 (7,7)	28,1 am 24.4. in Kitzingen und München-Stadt	-18,5 am 11.3. auf der Zugspitze
Sommer	19,2 (16,3)	42,6 am 25.7. in Lingen	-6,6 am 10.7. auf der Zugspitze
Herbst	10,0 (8,8)	33,8 am 1.9. in Coschen	-15,4 am 13.11. auf der Zugspitze
Jahr	10,3 (8,2)	42,6 am 25.7. in Lingen	-22,4 am 3.1. auf der Zugspitze

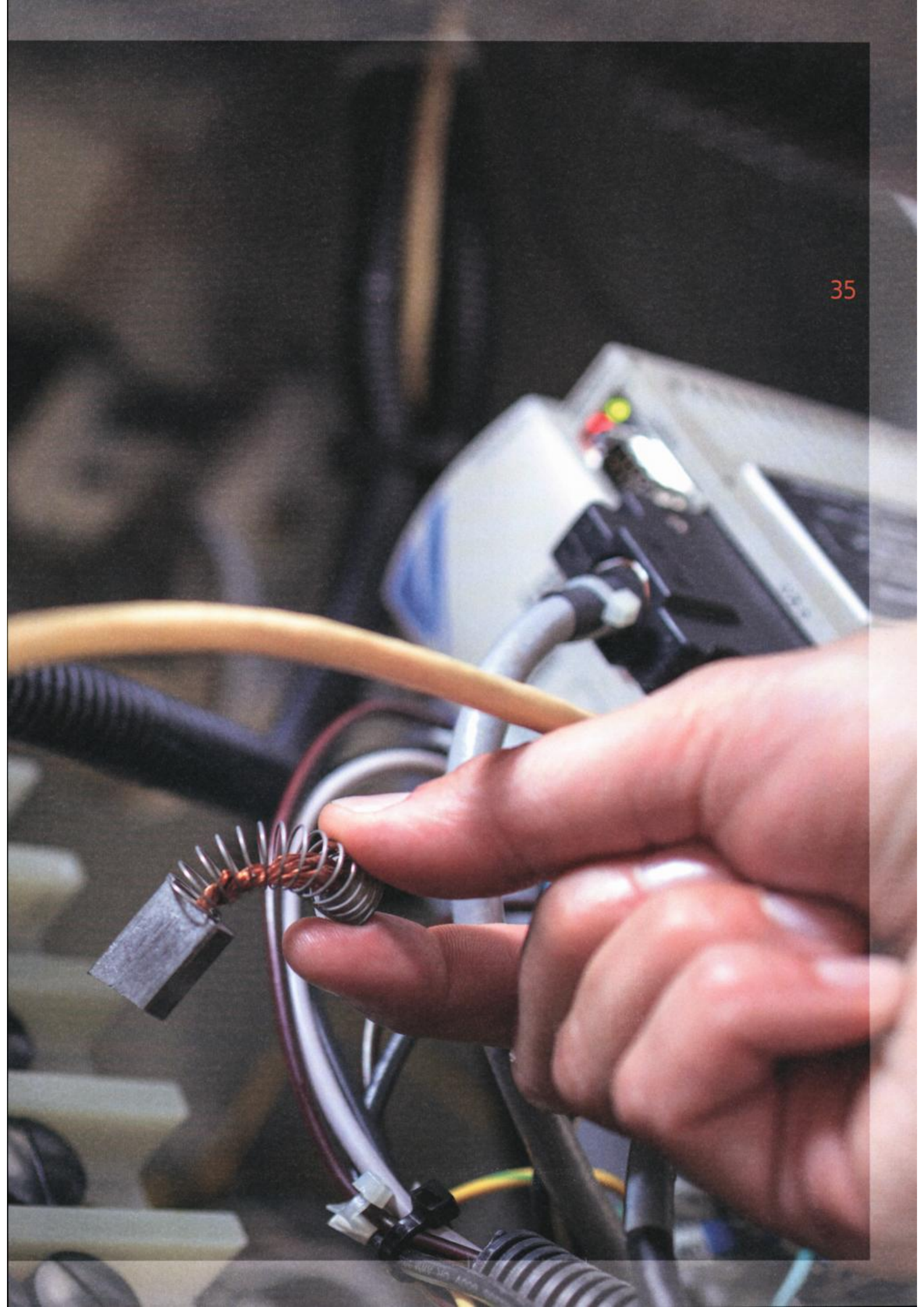
In Klammern wird der vieljährige Mittelwert entsprechend dem international vereinbarten Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 angegeben.

Niederschlag in l/m ²	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
81,8 (60,8)	44,0 (43,6)	Extreme Dauerschneefälle zu Monatsbeginn im Alpenraum
29,9 (49,4)	128,9 (71,5)	Sonnenscheinreichster Februarmonat seit Beobachtungsbeginn 1951, sehr trocken
74,7 (56,5)	113,2 (111,2)	Erste Monatshälfte sehr mild und Durchzug mehrerer Sturmtiefs (Bennet, Eberhard)
29,4 (58,2)	227,9 (153,7)	13. Monat in Folge mit positiver Temperaturanomalie
78,6 (71,1)	179,6 (201,6)	Mal wieder ein Monat, der kälter ist als das vieljährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990
55,6 (84,6)	308,1 (203,3)	Wärmster Junimonat seit Beobachtungsbeginn 1881, am Monatsende erste extreme Hitzewelle
56,0 (77,6)	232,4 (210,7)	Intensive mehrtätige Hitzeperiode zum Monatsende mit neuem Temperaturrekord für Deutschland, an drei aufeinander folgenden Tagen wurden in Deutschland Temperaturen von mehr als 40 °C beobachtet
63,0 (77,2)	226,9 (199,5)	Nach wechselhaftem Monatsbeginn spätsommerliche Hitzeperiode im letzten Monatsdrittel
64,5 (61,1)	162,8 (149,6)	Im letzten Monatsdrittel Niederschläge, die die sehr trockene über die Sommermonate andauernde Phase beendete
83,8 (55,8)	107,6 (108,5)	In der Monatsmitte noch Sommertage an vielen Stationen, Monat endet mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss
58,9 (66,3)	43,8 (52,8)	Ruhiger Herbstmonat mit viel Nebel und Hochnebel
58,8 (70,2)	59,0 (38,0)	Sehr milder Monat mit kaum winterlichen Phasen
215,8 (180,7)	198,1 (152,9)	Sehr wechselhafter und milder Winter mit viel Sonnenschein und Regen, im Bergland teils enorme Schneemengen
182,7 (185,9)	520,7 (466,6)	Nach zwei sehr milden Frühlingsmonaten (März, April) folgte ein kühler Mai
174,6 (239,4)	767,4 (613,5)	Zwei extreme Hitzewellen Ende Juni und Ende Juli brachten viele neue Temperaturrekorde
207,2 (183,3)	314,3 (310,9)	Zu milder Herbst mit einem Niederschlagsüberschuss, der im Wesentlichen im Oktober fiel
735,0 (788,9)	1.834,2 (1.544,0)	Zusammen mit 2014 zweitwärmstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1881, fünftsonnenscheinreichstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1951

Im Rückspiegel

rechts

Power-Schleifringbürsten für die Übertragung der Spannungsversorgungen zur Antenne: Da sich die Antenne dreht, müssen die Signalleitungen und die Spannungsversorgungen über einen Schleifring übertragen werden.





links

Das neue

WMO-Präsidium (v. l.):

Dr. Albert Martis,

Prof. Celeste Saulo,

Prof. Dr. Gerhard Adrian

und Dr. Agnes Kijazi

nach der erfolgreichen

Wahl

Weltorganisation für Meteorologie (WMO): Erneuerung und deutsche Präsidentschaft

Der 18. WMO-Kongress vom 3. bis 14. Juni 2019 in Genf stand ganz im Zeichen der Erneuerung. Erstmals seit Bestehen der WMO gibt es eine deutsche Präsidentschaft für diese UN-Sonderorganisation: DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian wurde mit großer Mehrheit vom Kongress in dieses Ehrenamt gewählt. Ihm zur Seite stehen für die nächsten vier Jahre Prof. Celeste Saulo (Argentinien), Dr. Albert Martis (Curaçao und Sint Maarten) und Dr. Agnes Kijazi (Tansania) als vom Kongress gewählte Vizepräsidenten. Der Generalsekretär Petteri Taalas wurde in seinem Amt bestätigt und tritt seine zweite und damit letzte Amtszeit an.

Der Kongress traf wegweisende Entscheidungen, die die zukünftige Arbeit der WMO prägen werden. Der verabschiedete strategische Plan der WMO für den Zeitraum 2020 bis 2023 definiert mit Verweis auf die Agenda 2030, das Paris Agreement und das Sendai Framework fünf Langzeit-Ziele. Diese erstrecken sich auf die Bereiche Bereitstellung von Services, Erdsystembeobachtungen und -vorhersagen, Forschung, Entwicklungshilfe und Restrukturierung der WMO. Die Ziele bilden die Basis der Budgetierung und sind mit Erfolgsindikatoren hinterlegt.

Die beschlossene Reform zur Umstrukturierung der Organisation, die auch Deutschland sehr unterstützte, war ein weiterer Meilenstein für die WMO. Die bestehenden Strukturen der WMO hatten sich als zu unflexibel erwiesen und konnten nicht mehr angemessen auf aktuelle Entwicklungen reagieren. Statt acht technischer Kommissionen wird es künftig zwei Kommissionen geben, eine für Infrastruktur, Informationssysteme und Beobachtungen und eine für Anwendungen und Services. Das Thema Forschung wird nun durch ein Research Board bereichsübergreifend koordiniert und verankert. Weitere wichtige Bestandteile der Reform sind die bessere Einbindung der Regionalverbände

in die Arbeit der technischen Kommissionen sowie die Umstellung auf zweijährige Zyklen der Gremiensitzungen, um schnellere Veränderungen bei der WMO zu ermöglichen. Zwischen den alle vier Jahre stattfindenden regulären Kongressen wird künftig ein kürzerer außerordentlicher Kongress veranstaltet. Die beiden technischen Kommissionen, das Research Board und Regionalassoziationen werden alle zwei Jahre zeitnah nach dem Kongress tagen.

Die von allen Mitgliedern verabschiedete „Geneva Declaration – 2019: Building Community for Weather, Climate and Water Actions“ ruft zu einer verstärkten Zusammenarbeit zwischen dem öffentlichen, dem privaten und dem akademischen Sektor auf und enthält ein Bekenntnis zum freien Austausch von Wetterdaten. Der Kongress beschloss zudem eine zweiprozentige Steigerung des WMO-Budgets. 2020 bis 2023 werden rund 271 Mio. CHF zur Verfügung stehen. Wegen des neuen Beitragsschlüssels wird Deutschland prozentual weniger zum Budget beisteuern, so dass trotz Budgetsteigerung etwas weniger als bisher zu zahlen ist.

<https://public.wmo.int/en>

Ist der Klimawandel Schuld an mehr extremen Wetterereignissen?

Dieser Frage geht die noch junge Disziplin Zuordnungswissenschaft oder Event Attribution Science (EVS) nach. Hierbei wird untersucht, ob durch den durch Menschen verursachten Klimawandel ein meteorologisches Ereignis intensiver oder wahrscheinlicher wird.

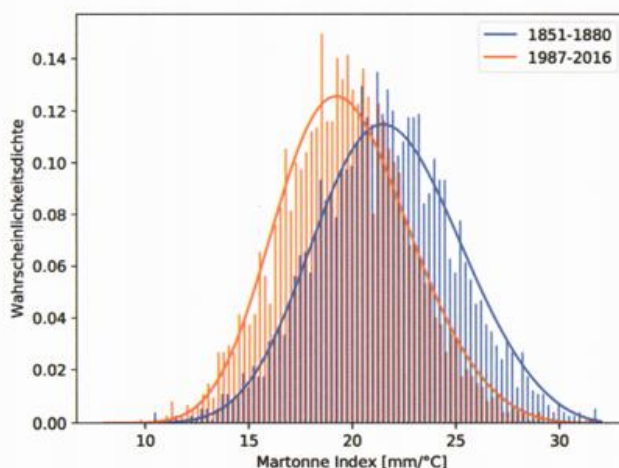
Erstmals beteiligte sich der Deutsche Wetterdienst im Sommer 2019 an einer solchen Studie, in der eine Forschergruppe gemeinsam mit der Einrichtung World Weather Attribution (WWA) die Hitzewelle Ende Juli in Europa unter die Lupe nahm. Das Team bestand aus Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen vom Institut Pierre Simon Laplace (Frankreich), der nationalen Wetterdienste der Niederlande (KNMI), Frankreichs (MeteoFrance), des Vereinigten Königreiches (UK Met Office), dem Environmental Change Institut der University of Oxford, der ITC/ University of Twente and Red Cross Red Crescent Climate Centre (Niederlande) sowie vom DWD.

Ergebnis: Ohne den Klimawandel wäre die Wiederkehrzeit der Hitzewelle in Deutschland mindestens drei Mal so hoch gewesen, dies bedeutet im Umkehrschluss, drei Mal seltener. Für Frankreich und die Niederlande wurde festgestellt, dass ohne den menschengemachten Klimawandel eine solche Hitzewelle sehr viel unwahrscheinlicher gewesen wäre (mindestens Faktor zehn). Die Intensität der maximalen Temperaturen hätte in allen untersuchten Ländern ohne den Klimawandel 1,5 bis 3 Grad Celsius unter den Werten gelegen, die im Juli 2019 gemessen wurden.

Der DWD wird sich in den nächsten Jahren verstärkt der Thematik widmen. Hierzu zählt auch die Durchführung von speziellen Klimasimulationen, die eine wesentliche Grundlage für die Attributionsforschung sind.

www.dwd.de/attribution

MPI-GE GEV-Fit und Histogramm



links

Geänderte Wahrscheinlichkeiten des Dürre-Index-Wertes nach De Martonne (siehe Erklärung) für die Region Nord-Ost-Deutschland: Zu sehen ist eine deutliche Erhöhung der Wahrscheinlichkeit von kleineren Martonne-Werten im aktuellen Klima im Vergleich zum vorindustriellen Klima, was stärker ausgeprägten meteorologischen Dürren entspricht.

Martonne-Index: Der Dürre-Index nach Martonne beschreibt das Verhältnis zwischen Niederschlagssumme zur zeitlich gemittelten Temperatur. Verändert sich das Verhältnis hin zu kleineren Werten, so ist das ein Indikator für meteorologische Dürren.



Integriertes System für das Monitoring von Treibhausgasen

Das Übereinkommen von Paris und die UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) verpflichten die Vertragsstaaten, über ihre Treibhausgasemissionen zu berichten und Fortschritte bei der Emissionsreduktion zu dokumentieren. Für den sogenannten standardisierten nationalen Inventarbericht ist in Deutschland das Umweltbundesamt (UBA) zuständig.

Schon seit einigen Jahren ist das Meteorologische Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) des DWD für den Aufbau und Betrieb des Atmosphärenmessnetzes beim Integrated Carbon Observation System (ICOS) verantwortlich. ICOS wurde 2015 als europaweite Umweltforschungsinfrastruktur von der Europäischen Kommission ins Leben gerufen, es besteht aus den drei Beobachtungsnetzen Atmosphäre, Ökosysteme und Ozeane. Damit sollen Langzeitbeobachtungen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) in Europa durchgeführt und allen interessierten Nutzern verfügbar gemacht werden. Gegenwärtig misst das MOHp an acht über ganz Deutschland verteilten Türmen.

Bisher flossen die atmosphärischen Konzentrationsmessungen, wie sie an den ICOS-Messgeräten oder über Satelliten erfasst werden, nicht in die Inventarberichte Deutschlands ein. Durch den Aufbau eines Integrierten Treibhausgas-Monitoringsystems (ITMS) ist es möglich, wertvolle Zusatzinformationen zu liefern, die bisherigen Angaben zu den Emissionen auf ihre Richtigkeit zu prüfen, Unsicherheiten zu reduzieren und damit die Glaubwürdigkeit der Aussagen zu steigern. Mithilfe von Wettermodellen kann der atmosphärische Transport in die Auswertung der Messreihen einbezogen werden und erlaubt damit Rückschlüsse auf Quellen und Senken von Treibhausgasen.

links

Der DWD baut derzeit ein Integriertes Treibhausgas-Monitoringsystem auf. Damit werden wertvolle Zusatzinfor-

mationen geliefert, beispielsweise können so Quellen und Senken von Treibhausgasen ausfindig gemacht werden.

Der DWD baut derzeit das operationelle Treibhausgas-Monitoringsystem auf Basis seines numerischen Wettervorhersagemodells ICON auf, womit in Zukunft alle verfügbaren boden- und satellitengestützten Messungen kombiniert genutzt werden können. Der Aufbau des operationellen ITMS wird flankiert durch gemeinsame Forschungsaktivitäten mit Partnern an deutschen Universitäten und Forschungsinstituten. Dabei nutzt der DWD die europäischen Copernicus-Dienste und ist über das Programm Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) mit den aktuellen Bestrebungen anderer Länder international vernetzt.

www.dwd.de/icos

**01**

Die Bordwetterwarte des DWD an Bord der Polarstern mit dem Arbeitsplatz des **Bordmeteorologen**

02

Die Bordwetterwarte des DWD an Bord der Polarstern mit dem Arbeitsplatz des **Wetterfunkttechniklers**

Expedition MOSAiC mit Bordwetterwarte des Deutschen Wetterdienstes

Ohne sie geht das deutsche Forschungsschiff Polarstern nicht auf Fahrt. Die Rede ist von der mit Personal besetzten Bordwetterwarte des Deutschen Wetterdienstes (DWD) auf der Polarstern. So auch am 20. September, als das Schiff vom norwegischen Tromsø aus zu seiner gut einjährigen Expedition MOSAiC in die Arktis aufbrach. Mit an Bord: Ein Bordmeteorologe und ein Wetterfunkttechniker des DWD.

„Als langjähriger Partner des Alfred-Wegener-Instituts freuen wir uns sehr, dass wir mit unseren erfahrenen Kolleginnen und Kollegen an Bord diese einmalige Expedition aus meteorologischer Sicht unterstützen“, sagt Prof. Dr. Gerhard Adrian, Präsident des DWD und gleichzeitig Präsident der Weltorganisation für Meteorologie (WMO). „Für die Klimaforschung weltweit werden dabei wertvolle Erkenntnisse über physikalische Prozesse in der Arktis gewonnen, die gerade in dem sich vollziehenden Klimawandel umso bedeutender werden.“

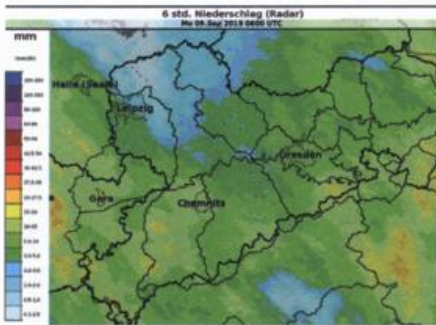
Seit ihrem Stapellauf im Jahr 1982 befindet sich auf der Polarstern auch die Bordwetterwarte des DWD. Insgesamt vier Meteorolog*innen und drei Wetterfunkttechniker wechseln sich auf den sechs Abschnitten der zwölfmonatigen MOSAiC-Expedition ab. Die Aufgaben der Meteorolog*innen umfassen die meteorologische Beratung der Schiffsführung, der wissenschaftlichen Fahrtleitung und der Helikopterbesatzung mit Wettervorhersagen, um so die Forschungsvorhaben sicher und effizient durchzuführen. Die Wetterfunkttechniker sind immer für die meteorologische Sensorik an der Bordwetterwarte, den täglichen Start der Radiosonde verantwortlich und unterstützen die jeweiligen Bordmeteorolog*innen bei der Verarbeitung und Aufbereitung von Wetterdaten.

Das Forschungsschiff driftet mit dem Eis und befindet sich dabei in einem für die Wettervorhersage datenarmen Gebiet. Numerische Vorhersagedaten für die Wetterberatung an Bord können nur über polum-

laufende Kommunikationssatelliten mit sehr begrenzter Datenbandbreite übertragen werden. Denn die leistungsfähigen geostationären Kommunikationssatelliten stehen in den hohen Breiten, in denen die Polarstern im Einsatz ist, nicht zur Verfügung. Die Bordwetterwarte erhält zudem über eine eigene Empfangsantenne zeitnah Bilder von den polumlaufenden Wettersatelliten. Die Daten der Radiosondenaufstiege sind für die Wettervorhersage an Bord unverzichtbar. In kurzen Takten finden morgens mit Kapitän, Fahrtleitung und Hubschrauberbesatzung Briefings statt, damit sie das tägliche wissenschaftliche Einsatzprogramm planen können, das der DWD dann auch mit seinen Wettervorhersagen kontinuierlich begleitet. Dank vieler Kolleginnen und Kollegen beim DWD in Deutschland, die die Bordwetterwarte mit zusätzlichen Daten versorgen, kann so an Bord konstant das Wetter vorhergesagt sowie insbesondere die Flugwetterberatung gemeistert werden.

www.dwd.de/mosaic
www.mosaic-expedition.org
[follow.mosaic-expedition.org](https://www.instagram.com/mosaic-expedition)

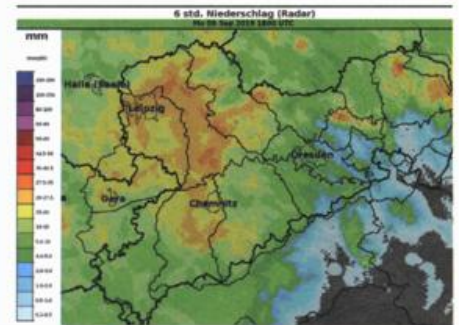
01



02



03



01 - 04

Die Abbildungen 01 bis 04 zeigen jeweils die sechsstündigen Niederschlagsmengen für das Land Sachsen, beginnend mit dem 09.09.2019, 06.00 UTC. Dabei

werden die sächsischen Flusseinzugsgebiete zusätzlich hervorgehoben. Die Niederschlagsberechnungen basieren auf den Daten aus dem DWD-Radarverbund.

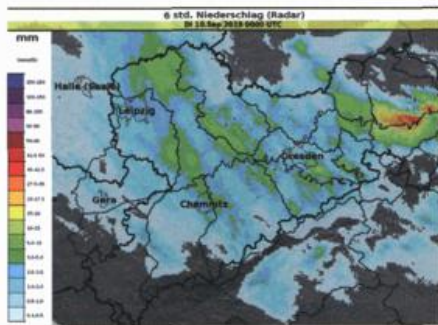
Zusammenarbeit mit den Hochwasserzentralen: maßgeschneiderte Vorhersagen

Wer erinnert sich nicht an die katastrophalen Überschwemmungen durch die Hochwasser an Elbe, Oder und Donau in den Jahren 2002, 2010 und 2013. Die Fluten sorgten für zahlreiche Todesopfer und Schäden in Milliardenhöhe in Mitteleuropa. Verursacht werden sintflutartige Regenfälle oft durch bestimmte Wetterlagen, die dann über Wochen anhalten. Besonders bekannt im Zusammenhang mit ausgiebigen Regenfällen ist die sogenannte Vb-Lage.

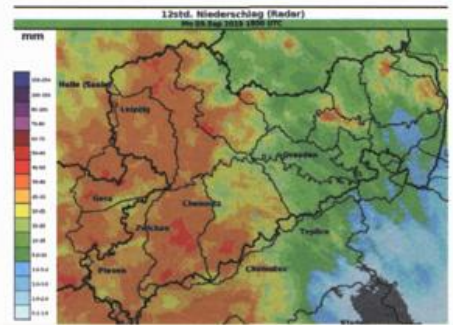
Um Vorhersagen über Zuflüsse und Pegelstände zu berechnen, verwenden Hydrologen unter anderem als Eingangsdaten die Beobachtungen und Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes. Kommt es zu einem Hochwasser, dann sind die Berechnungen zur Höhe und Länge des Hochwasserscheitels entscheidend für alle weiteren Planungen, insbesondere der Katastrophenschutzeinrichtungen. Für die hydrologischen Abflussmodelle werden die Daten der numerischen Wettervorhersagemodelle des DWD, ICON und COSMO-D2, benutzt. Gleichzeitig stellt der DWD den Behörden Niederschlagsdaten von Wetterstationen und seinem Radar-

verbund zur Verfügung. Flächendeckende, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste quantitative Niederschlagsdaten für Deutschland liefert das Verfahren RADOLAN (**RA**Dar-**OnLine-AN**eichung) des DWD. Zusätzlich erhalten die Hydrologen sämtliche Daten über das **W**asserwirtschafts**W**etter**I**nformations-**S**ystem (WaWIS). Die Meteorologen des DWD stehen den Hydrologen zudem mit Rat und Tat zur Seite und arbeiten individuelle Prognosen für die einzelnen Flusseinzugsgebiete oder längerfristige Trendvorhersagen heraus.

04



05



05

Die Abbildung 05 zeigt die zwölfstündigen Niederschlagsmengen für das Land Sachsen, erstellt am 09.09.2019 18.00 UTC. Auch hier werden die sächsischen

Flusseinzugsgebiete zusätzlich hervorgehoben. Die Niederschlagsberechnungen basieren auf den Daten aus dem DWD-Radarverbund.

Hochwasserschutz ist Ländersache. Daher erstellt der DWD für jede landeseigene Hochwasserzentrale maßgeschneiderte Vorhersagen. Diese werden für die Region Mitteldeutschland, das sind die Freistaaten Sachsen und Thüringen sowie Sachsen-Anhalt, in der Regionalen Wetterberatung (RWB) Leipzig des DWD ausgegeben. Für einzelne Flusseinzugsgebiete, zum Beispiel der Saale und Elbe, stellen die Meteorologen spezielle probabilistische Prognosen bereit. Hierbei werden detaillierte Wahrscheinlichkeiten angegeben, wann verschiedene Niederschlagschwellen überschritten werden. Damit kann die Unsicherheit bei der Vorhersage der Regenmengen besser abgeschätzt werden. Speziell für den Freistaat Sachsen gilt es zu beachten, dass große Teile der Flusseinzugsgebiete der Elbe und Neiße in der Tschechischen Republik bzw. in Polen liegen. Bei der Erstellung der Prognose muss der Meteorologe sowohl die Wetterlage als auch die Niederschlagsentwicklung über den Nachbarländern einbeziehen.

Neben den mitteldeutschen Hochwasserzentralen arbeitet die RWB Leipzig ebenfalls mit der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen zusammen. Zum Schutz vor Überflutungen ist es manchmal erforderlich, vorsorglich Wasser aus den Talsperren abzulassen. Ein wesentlicher Aspekt, um diese Entscheidung treffen zu können, bildet die Prognose des DWD-Meteorologen über extreme Niederschläge mit Mengen über 100 Litern in 24 Stunden.



links

Hier droht Feinstaubalarm: Blick vom Schnarrenberg über die Weinberge in die Dunstglocke des Stuttgarter Talkessels.

Luftreinhaltung: das Austauschvermögen der Atmosphäre vorhersagen

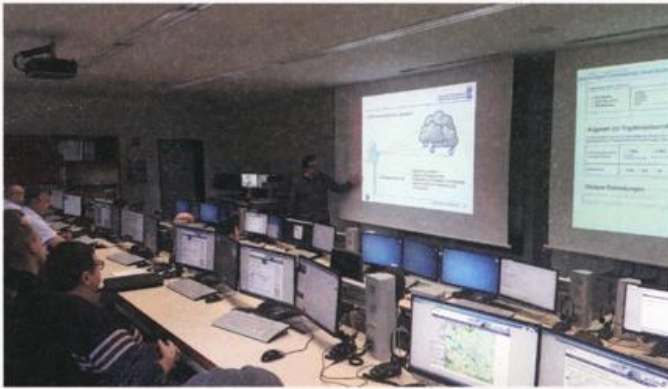
Warme Luft oben, kalte Luft unten, dazwischen eine Inversionsschicht, kein Austausch der Luftschichten – dies sind, verkürzt, die Kennzeichen einer insbesondere in Ballungsräumen gefürchteten Wetterlage, Inversion genannt. Unterhalb der Inversionsschicht können sich in der Luft Schadstoffe anreichern, die nicht „nach oben“ gelangen können. Eine Folge: Erhöhte Feinstaubkonzentration, die von den beiden Hauptgrößen Emission und meteorologische Selbstreinigungskraft der Atmosphäre gesteuert wird.

Bereits vor rund zehn Jahren wurde auf Grund der immer drängenderen Feinstaubproblematik der Wunsch an den Deutschen Wetterdienst herangetragen, Inversionsprognosen für die Region Stuttgart zu entwickeln. Diese austauscharmen Inversionswetterlagen korrekt vorherzusagen, war bereits in den smogreichen Wintern der 1980er Jahre eine wichtige meteorologische Herausforderung gewesen und erlangte mit der Feinstaubproblematik neue Aktualität. Schnell war klar, dass hier standardisierte Inversionswarnungen nicht weiterhelfen würden. Der Grund: Zur Ansammlung von Feinstaub im Stuttgarter Talkessel genügt eine viel geringere Beeinträchtigung des Luftaustauschs als sie bei einer Inversionslage nach der Definition der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) gegeben ist.

Die Schadstoffkonzentration steigt dann deutlich und teilweise über den EU-Grenzwert von 50 µg pro Kubikmeter im Tagesmittel. Dies galt es bei der Entwicklung eines entsprechenden auf die Stuttgarter Kessellage angepassten Vorhersagemoduls zu berücksichtigen.

Gastwissenschaftlerinnen und Praktikantinnen der Universitäten Tübingen, Potsdam und Hamburg entwickelten unter Anleitung der Regionalen Wetterberatung (RWB) des DWD in Stuttgart eine detailliert und fein auf die Stuttgarter Emissionsverhältnisse und die Kessellage der Stadt zugeschnittene Vorhersagematrix. In dieser Matrix wird das Austauschvermögen der Atmosphäre in drei Klassen eingeteilt: nicht eingeschränkt, eingeschränkt und stark eingeschränkt. Sind zwei Tage starke Einschränkung prognostiziert, wird Feinstaubalarm durch die Stadt ausgelöst. Zeigt die Prognose zwei Tage mit besseren Ausbreitungsbedingungen, wird der Alarm wieder aufgehoben. Entscheidend sind dabei die Vorkonzentration, die Prognose über das Ausbleiben von Regen, das Vorhandensein von Inversionen sowie die Windrichtung und -geschwindigkeit. Dies wird in sechs Einzelkriterien abgefragt.

Im Januar 2016 führte die Stadt Stuttgart den Feinstaubalarm ein. Im durch viele Hochdrucklagen geprägten Winter 2016/17 wurde mit den Vorhersagen des DWD eine immissionsbezogene Trefferrate von über 90 Prozent, bei niedrigen Falschalarmraten von unter 20 Prozent erreicht. Durch den prognostischen lufthygienischen Ansatz ist die Austauschprognose des DWD eines der europaweit innovativsten Verfahren zur Luftreinhaltung. Denn die Maßnahmen und Appelle beginnen nicht erst bei Grenzwertüberschreitung, sondern bereits bei Prognose ungünstiger Bedingungen. Dann gibt es beispielsweise Appelle, vom Auto auf öffentliche Verkehrsmittel umzusteigen, oder das Verbot, Zusatzkomfortheizungen zu betreiben. Daher ist dieses Verfahren Vorbild für andere Metropolen mit lufthygienischen Problemen und wird seit Januar 2020 mit einer an die dortigen Verhältnisse angepassten Vorhersagematrix für die Stadt Leipzig angewendet.



Der direkte Draht zum Kunden: Training und Weiterbildung

An den Niederlassungen und Außenstellen des DWD steht der Bereich Kundenbetreuung in engem Kontakt zu den Nutzern und Kunden, die aktuelle Wetterdaten, Vorhersagen und Warnungen des DWD verwenden. Gemäß DWD-Gesetz werden Bund, Länder und Gemeinden bei der Durchführung ihrer Aufgaben im Katastrophen-, Bevölkerungs- und Umweltschutz, insbesondere bei Wetter- und Klimaereignissen mit hohem Schadenspotenzial, unterstützt. Dazu werden spezielle Kundensysteme wie das **FeuerwehrWetterInformationssystem „FeWIS“** und das **StraßenWetterInformationssystem „SWIS“** bereitgestellt. Genutzt werden diese aktuell von rund 4.000 behördlichen Anwendern und Katastrophenschutzeinrichtungen. Außerdem hat sich die WarnWetter-App als mobiles Informationssystem nicht nur bei diesen Kunden, sondern auch in der breiten Öffentlichkeit sehr gut etabliert. Fünf Jahre nach ihrer Einführung zählt die WarnWetter-App bereits über eine Million dauerhaft aktive Nutzer.

Anforderungen, Wünsche und Kritik, aber auch die Zufriedenheit der Kunden erreichen den DWD sowohl über digitale Medien als auch zu großem Teil durch die vom Bereich Kundenbetreuung durchgeführten Seminare. Die Erläuterungen der dargestellten Inhalte sind für professionelle Anwender mit wichtiger Entscheidungsverantwortung unverzichtbar.

So wurden im Jahr 2019 über 1.000 Kunden mit behördlichen Aufgaben in mehr als 80 Veranstaltungen geschult bzw. weitergebildet oder erstmalig in die DWD-Systeme eingewiesen. Es wurden unter anderem Seminare an Feuerweherschulen, in Einsatzleitstellen, in diversen Behörden oder direkt im DWD angeboten. Die dabei vermittelten Lerninhalte erleichtern den Umgang mit den Systemen unter praxisnahen Bedingungen. Sie dienen zudem dazu, meteorologische Grundkenntnisse zu vermitteln, die dem Kunden im realen Berufsalltag notwendige Hilfestellungen bieten. So kann der Nutzer von FeWIS bei anstehenden oder bereits laufenden Wetterlagen mit Gefahrenpotenzial entsprechend Personal und Ressourcen besser einplanen, um Schäden im Vorfeld zu verhindern oder zu minimieren. Straßenwinterdienste können Räumfahrzeuge besser koordinieren und durch intelligentes Verwenden von Streumitteln die Umwelt schonen.

oben

Einführung in das **FeuerwehrWetterInformationssystem „FeWIS“** in der Landesfeuerweherschule Eisenhüttenstadt

Auch Nutzerkonferenzen zu den Kundensystemen FeWIS/SWIS und Messen wie FLORIAN sowie Tage der offenen Tür trugen und tragen dazu bei, die Anforderungen der Kunden besser zu verstehen. Immer wieder zeigt sich, dass der persönliche Kontakt für die optimale Zusammenarbeit gerade in außergewöhnlichen Situationen wie den Waldbränden im Sommer oder den massiven Schneefällen in der Alpenregion im Januar 2019 unverzichtbar geworden ist. Die aus diesen Kontakten resultierenden, wertvollen Erkenntnisse werden beim DWD erfasst, bewertet und in neuen oder verbesserten Anwendungen umgesetzt.

Die Digitalisierung wird in der Zukunft die Schwerpunkte in der Kundenkommunikation verschieben. So leistet der Support zur WarnWetter-App, zu den DWD-Geodiensten und dem Open Data-Angebot bereits jetzt täglich Hilfe für die Anwender. Die steigende Nachfrage zu Seminaren und Erläuterungen zu den DWD-Leistungen wird zukünftig verstärkt durch E-Learning-Angebote ergänzt – was aber trotz allen Fortschritts bleibt, ist der direkte Draht zwischen DWD und seinen Kunden.

Regionalflughäfen – wie der DWD die Qualität der Wettermeldungen sicherstellt

Der DWD hat die gesetzliche Aufgabe, die Luftfahrt meteorologisch zu sichern. Auf Grundlage des Luftverkehrsgesetzes und internationaler Vorschriften (ICAO, WMO, EU) erbringt der DWD als zertifizierter und für Deutschland benannter meteorologischer Dienstleister Flugwetterbetriebsdienste an den internationalen Verkehrs- und Regionalflughäfen. Dazu gehört der Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst.

Die aus der Wetterbeobachtung resultierenden meteorologischen Daten und Wettermeldungen geben Aufschluss über Bodenvind, horizontale Sichtweite, Pistensichtweite, Wettererscheinungen, Bewölkung, Lufttemperatur und -feuchte sowie Luftdruck. Sie informieren Piloten, Flugsicherung und weitere Nutzer über den Wetterzustand am jeweiligen Flugplatz und dienen somit in erster Linie der Sicherheit des Luftverkehrs bei Start und Landung.

An den internationalen Verkehrsflughäfen, wie beispielsweise Frankfurt oder München, wird für die Wetterbeobachtung DWD-eigene Technik verwendet. Im Gegensatz dazu erfolgt die Beschaffung und der ordnungsgemäße Betrieb der notwendigen meteorologischen Messtechnik an den 23 deutschen Regionalflughäfen durch den jeweiligen Flugplatzbetreiber. Dabei verbleibt die fachliche Verantwortung jedoch beim DWD.

Dieser Verantwortung wird der DWD unter anderem dadurch gerecht, dass er die flugmeteorologischen Anlagen – hierbei handelt es sich um sogenannte Automated Weather Observing Systems (AWOS) – und die zugehörigen Sensoren an den Regionalflughäfen regelmäßig vor Ort kontrolliert. Soll neue Technik eingeführt werden, wird diese am DWD-Standort Hamburg-Sasel sowie im Feld geprüft. Bei erfolgreicher Prüfung erhält sie eine Musterzulassung und darf an Regionalflughäfen eingesetzt werden. 2019 konnten so Sensoren zur Messung der Umfeld-

leuchtdichte, Lufttemperatur und -feuchte sowie Sichtweite zugelassen werden. Auch die jeweils individuelle Konfiguration aus System und Sensoren am betreffenden Regionalflughafen muss durch den DWD abgenommen und für den operationellen Betrieb freigegeben werden. 2019 war dies bei Änderungen an elf Regionalflughäfen der Fall.

Die Prüfungsanforderungen des DWD sind unter anderem in einem Handbuch festgelegt. Sie dienen sowohl den Herstellern von flugmeteorologischen Anlagen und Sensoren als auch den Regionalflughäfen als detaillierte Umsetzungsvorgabe. Die Regelungen wurden im DWD erarbeitet und enthalten bereits Anforderungen zur Inbetriebnahme der nächsten AWOS-Generation. Diese ermöglicht den Regionalflughäfen erstmals eine vollautomatische Einrichtung von Wettermeldungen während der Zeiten mit operationellem Flugbetrieb. Lediglich Angaben zu konvektiven Wettererscheinungen müssen bei Bedarf weiterhin manuell ergänzt werden.



links

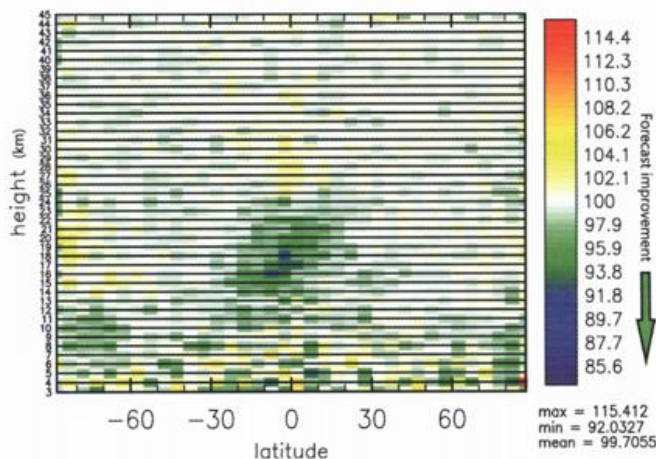
Regionalflughäfen in Deutschland, auf denen der DWD die fachliche Verantwortung für die meteorologische Messtechnik innehat.

Nutzung der Aeolus-Wind-Lidar-Messungen beim DWD

Alle Arten von konventionellen und satelliten-basierten Beobachtungen atmosphärischer Parameter, wie etwa Wind, Temperatur, Feuchte, Druck, werden in der numerischen Wettervorhersage dazu benutzt, den Anfangszustand der Vorhersagen zu bestimmen. Dabei spielen Windbeobachtungen eine entscheidende Rolle. Leider sind flächendeckende dreidimensionale Windbeobachtungen nur von Radiosonden, Windprofilern und Flugzeugmessungen über den Landgebieten vorhanden. Über großen Teilen der Erde, insbesondere über den Weltmeeren, den polaren Gebieten oder den Tropen werden kaum Windbeobachtungen durchgeführt.

Nach beinahe 20-jähriger Entwicklungs- und Bauzeit startete am 22. August 2018 die fünfte Earth Explorer-Mission der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und platzierte den Erdbeobachtungssatelliten Aeolus in einer 320 Kilometer hohen polaren Umlaufbahn. Mit dem Satelliten ist es erstmals möglich, globale, dreidimensionale Windprofilmessungen von Bodennähe bis in etwa 30 Kilometer Höhe mit einer horizontalen Auflösung von ungefähr 80 Kilometern und einer Genauigkeit von 1 m/s bis 2 m/s, durchzuführen. Das Messprinzip, das sogenannte Lidar-Verfahren, basiert auf einem leistungsstarken Laser und einem Spiegelteleskop, bei dem kurze Lichtimpulse im nahen UV-Bereich ausgesendet werden. Aus den Laufzeiten des in der Atmosphäre reflektierten Lichts und ihrer Dopplerverschiebung können die Strömungsverhältnisse in unterschiedlichen Atmosphärensichten bestimmt werden.

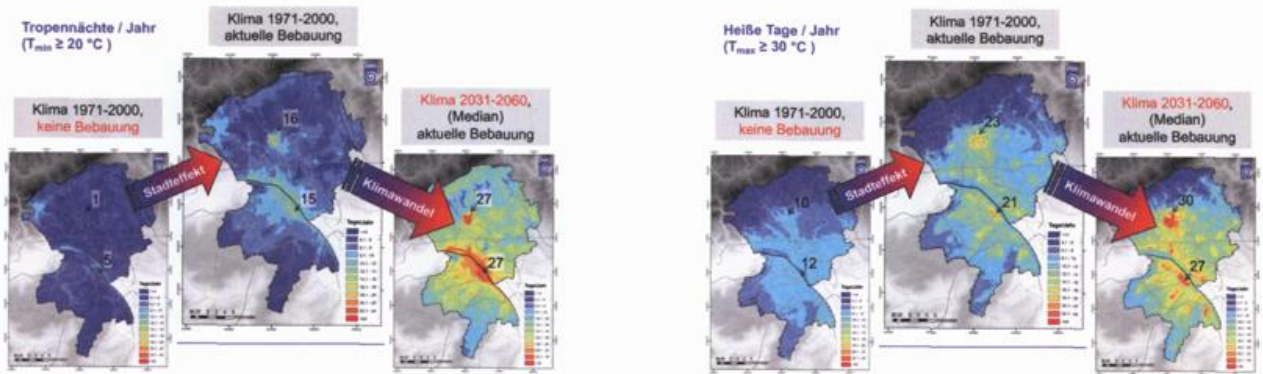
Die deutschen Aktivitäten im Rahmen von Aeolus sind unter der Beteiligung des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums (DLR), der Universitäten München und Leipzig und des DWD in dem Projekt „Experimental Validation and Assimilation of Aeolus observation (EVAA)“ zusammengefasst. Umfangreiche Überprüfungen mit den vier vom DWD betriebenen Radar-Windprofilern, als auch längere Testexperimente bestätigen die hohe Qualität der durch das Lidar des Aeolus-Satelliten gewonnenen Windwerte. Sobald Windmessungen des Aeolus-Satelliten benutzt werden, verbessert sich auch die Nutzung der durch die Radio-Okkultationstechnik gewonnenen Daten der Atmosphäre. Diese Qualitätsverbesserungen zeigen sich auch im weiteren Verlauf der Vorhersage, und zwar über alle Vorhersagebereiche hinweg. Deswegen wird zukünftig die operationelle Nutzung der Aeolus Windmessungen in der Datenassimilation angestrebt.



links

In dieser Darstellung werden zwei durchgeführte Experimente miteinander verglichen: einmal mit Nutzung der durch den Aeolus-Satelliten ermittelten Windmessungen und einmal ohne. Überall dort, wo in der Abbildung grün/

blaue Bereiche erscheinen (Tropen, Polare Breiten, Südhemisphäre), verbessert sich die Nutzung der hier dargestellten Radio-Okkultationen in der Analyse deutlich, sobald man Windmessungen vom Aeolus-Satelliten benutzt.



Stadtluft wird heiß

Stadtbewohner kennen es aus eigener Erfahrung: Während es am späten Abend nach einem heißen Sommertag draußen im Grünen schon deutlich abgekühlt hat, strömt in der Stadt beim Öffnen der Fenster immer noch warme Luft in die Wohnung. Ein ausreichender, erholsamer Schlaf ist wegen der hohen Temperaturen dann kaum noch möglich.

Aufgrund des Klimawandels und der damit verbundenen Erwärmung wird sich diese Problematik in Zukunft noch deutlich verschärfen. Die Städte sind deshalb gefordert, klimatische Belange bei der städtebaulichen Planung künftig noch stärker zu berücksichtigen. Um die Kommunen dabei zu unterstützen, wurde vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) das Projekt „Klimawandel in der Praxis (KLIMPRAX) Wiesbaden/Mainz – Stadtklima in der kommunalen Praxis“ (kurz: KLIMPRAX Stadtklima) initiiert. Die Federführung lag beim Fachzentrum Klimawandel und Anpassung des HLNUG.

Aufgabe des DWD war es, die meteorologischen Grundlagendaten zur Verfügung zu stellen. Dazu führte der DWD Untersuchungen zum aktuellen und zukünftigen Klima in den beiden Modellstädten mit Hilfe des DWD-Stadtklimamodells MUKLIMO_3 durch. Hierbei wurde der Effekt der städtischen Wärmeinsel verursacht durch die Bebauung mit dem bis zur Mitte des Jahrhunderts (2031 bis 2060) zu erwartenden Effekt des Klimawandels verglichen. Basis war ein Ensemble von 17 regionalen Klimaprojektionen. Auf diese Weise konnten aktuelle und zukünftige Belastungsgebiete in den beiden Städten ermittelt werden. Außerdem wurden anhand der Modellergebnisse relevante Kaltluftentstehungsgebiete und Kaltluftleitbahnen identifiziert, da die Versorgung mit Frischluft in der Stadt- und Regionalplanung eine wichtige Rolle spielt.

links

Ergebnisse für die mittlere Anzahl der **Tropennächte** pro Jahr in Wiesbaden und Mainz (Rasterweite 100 m) und deren Erhöhung durch die Bebauung (Wärmeinsel) sowie den Klimawandel. Die Zahlen geben typische Werte für die Innenstädte (Wiesbaden im Norden, Mainz im Süden) wieder.

rechts

Ergebnisse für die mittlere Anzahl der **Heißen Tage** pro Jahr in Wiesbaden und Mainz (Rasterweite 100 m) und deren Erhöhung durch die Bebauung (Wärmeinsel) sowie den Klimawandel. Die Zahlen geben typische Werte für die Innenstädte (Wiesbaden im Norden, Mainz im Süden) wieder.

Neben einem umfassenden Bericht präsentierte der DWD Ende August 2019 den Projektpartnern die Ergebnisse seiner Untersuchungen in einer ganztägigen Abschlussveranstaltung. Eine wichtige Erkenntnis aus dem Projekt ist, dass die Übersetzung der meteorologischen Informationen in planungsrelevante Kategorien und Karten ein entscheidender Schritt ist, der einen intensiven interdisziplinären Austausch erfordert. So haben beispielsweise die Umweltämter der beiden Städte die DWD-Daten in ihr jeweiliges GIS eingebunden und nutzen sie so nach eigenen Angaben regelmäßig.

Forschen gemeinsam: DWD und DLR

Ende 2018 unterzeichneten der Deutsche Wetterdienst (DWD) sowie das Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Physik der Atmosphäre (DLR-IPA) eine grundsätzliche partnerschaftliche Vereinbarung. Ziele dieser Vereinbarung sind unter anderem exzellente, gemeinsame Forschung durchzuführen, gemeinsame Veröffentlichungen anzustreben, die Position beider Institutionen im internationalen Kontext zu stärken und den Transfer gewonnener Erkenntnisse in die operationelle Anwendung zu ermöglichen.

01+02

Radarturm Memmingen:

Ladislav Hart schmiert weitere Getriebeteile (Bild 01) und prüft die Schleifringbürsten dahingehend, ob noch ausreichend Kontaktmaterial vorhanden ist und alle Schleifringbürsten korrekt positioniert sind (Bild 02).

Themen der Zusammenarbeit sind grundlegende und anwendungsorientierte Entwicklungen auf den Gebieten der Wettervorhersage, wie beispielsweise für die Luftfahrt und den allgemeinen Warndienst, und Klimaforschung. Dazu zählt auch, die Arbeitsumgebung so aufzubauen und anzupassen, dass gemeinsame Forschungsarbeiten überhaupt durchgeführt werden können. Die Forschungs- und Entwicklungsthemen orientieren sich dabei an den strategischen, insbesondere auch wissenschaftlichen Zielen der Partner und stehen in Einklang mit deren gesetzlichen Aufgaben. Mit der Forschungsvereinbarung erklären sich beide Partner einverstanden, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten grundsätzlich innerhalb der DWD-Umgebung durchzuführen, um später eine erfolgreiche Operationalisierung und Pflege im DWD zu ermöglichen.

In der Zwischenzeit wurden bereits erste konkrete Vorhaben definiert, die aktuell gemeinsam bearbeitet werden und die Schwerpunkte der Zusammenarbeit abdecken:

- Vulkanasche: Entwicklung einer beobachtungs-basierten Bestimmung der Vulkanasche-Konzentration aus Satellitendaten
- Aufspüren von Eiswolken: Filtern von Eiswolken zur besseren Erkennung von Vulkanasche
- Turbulenz: Definition geeigneter Turbulenzfälle zur Evaluierung der Turbulenzvorhersage und deren Weiterentwicklung
- Ice Crystal Icing (inklusive Vereisung): Entwicklung von Vereisungsprognosen für die Luftfahrt



01



02

Entwicklungszusammenarbeit im DWD

Intensivere Zusammenarbeit mit der GIZ:

Seit einigen Jahren bestehen gute Kontakte zwischen DWD und der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), unter anderem im Rahmen gemeinsam durchgeführter Projekte. Diese Zusammenarbeit wird von beiden Seiten als sehr gewinnbringend eingestuft. Da Entwicklungszusammenarbeit ein strategisches Ziel des DWD ist, sollen die Aktivitäten in diesem Bereich insbesondere durch eine intensivere und systematische Zusammenarbeit mit der GIZ vorangetrieben werden.

Stärkung der Agrarmeteorologie in Madagaskar

Seit 2017 arbeiten DWD und GIZ im Rahmen des Projekts „Anpassung landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten an den Klimawandel“ (PrAda) mit verschiedenen Akteuren in Madagaskar zusammen. Der dortige nationale Wetterdienst, Direction Générale de la Météorologie, DGM, ist wichtigster Partner in dem Teil des Vorhabens, in dem auch der DWD mitwirkt. Ziel der Kooperation zwischen DWD, DGM und GIZ ist es, dass die DGM das vom DWD entwickelte agrarmeteorologische Modell „AMBAV global“ in Madagaskar selbstständig nutzen und weiterentwickeln kann. Zu diesem Zweck wurde in 2019 ein Fernkurs für ausgewählte DGM-Mitarbeitende durchgeführt, gefolgt von einem intensiven Präsenzkurs in Deutschland in der ersten Julihälfte.

In diesem Rahmen fand ein Treffen der sechsköpfigen madagassischen Delegation mit Vertretern des DWD und der GIZ in Offenbach statt. Neben wissenschaftlich-technischem Personal gehörte auch Lantonirina Ramaroson, Generaldirektor für Landwirtschaft im madagassischen Ministerium für Landwirtschaft, sowie Nirivololona Raholijao, Generaldirektorin der DGM, zur Delegation. Die kürzlich unterzeichnete Vereinbarung zur gegenseitigen Zusammenarbeit zwischen DGM und DWD wurde dabei besiegelt. Die Vereinbarung ist die Grundlage für eine mittelfristige Zusammenarbeit des DWD mit der DGM über die Laufzeit des Projektes PrAda hinaus.

WMO: Alliance for Hydromet Development and Country Support Initiative

Die „Alliance for Hydromet Development“ ist ein Bündnis, dem Vertreter von Entwicklungs- und humanitären Organisationen sowie verschiedene Klimafinanzierungsinstitutionen angehören. Zusammen wollen die Akteure daran arbeiten, die Kapazitäten der Nationalen Meteorologischen- und Hydrologischen Dienste so zu stärken, dass der Betrieb von Beobachtungssystemen und der Datenaustausch den WMO-Standards entsprechen. Es sollen nachhaltige Maßnahmen ergriffen werden, die Wetterdienste in Entwicklungsländern in die Lage versetzen, qualitativ hochwertige Wettervorhersagen, Frühwarnsysteme, hydrologische Dienste und Klimadienste bereitzustellen.

Die Maßnahmen des Bündnisses orientieren sich an den Grundsätzen der Übereinkommen der Vereinten Nationen, einschließlich der „Sustainable Development Goals“ im Rahmen der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung, dem „Paris Agreement on climate change“ und dem „Sendai Framework for Disaster Risk Reduction“ 2015 bis 2030. Das Bündnis wurde vom WMO-Kongress im Sommer 2019 beschlossen und daraufhin auf der Klimakonferenz COP 25 am 10. Dezember 2019 ins Leben gerufen. Der DWD unterstützt die sogenannte Country Support Initiative (CSI). Mit dieser Initiative werden Entwicklungsländern und -partnern Beratungsdienste angeboten, um so Entwicklung, Durchführung und Bewertung von Hydromet-Projekten zu unterstützen. Auch die „Alliance for Hydromet Development“ bedient sich der CSI, indem technisches Fachwissen aus dem institutionellen Netzwerk der WMO für die Entwicklungs- und Klimafinanzierung bereitgestellt wird.

Europäisches Zentrum für Mittel- fristige Wettervorhersage (EZMW): 40 Jahre Mittelfristprognosen

Seit mittlerweile 40 Jahren erstellt das EZMW operationell mittelfristige Wettervorhersagen: Am 1. August 1979 veröffentlichte diese zwischenstaatliche Organisation ihre erste Mittelfristprognose, die seither kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert wird, aktuell mit einer Vorausschau für die nächsten zehn Tage. Wie schon in den vergangenen Jahren lud der DWD die Leitung des EZMW zu einem Gedankenaustausch ein, der im Oktober 2019 am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg stattfand.

Im Jahr 2019 wurden zudem wichtige Weichenstellungen für das EZMW getroffen: Die ersten gut 20 Mitarbeitenden sind bereits nach Italien umgezogen. Denn dort entsteht gerade das neue Rechenzentrum. Einige unvorhergesehene Entwicklungen verzögern die Fertigstellung, die nun für voraussichtlich Mitte 2020 vorgesehen ist. Die vertraglichen Vereinbarungen für die Lieferung des neuen Hochleistungsrechners sind abgeschlossen. Schrittweise ab 2020 wird über einen Zeitraum von fünf Jahren eine freie und offene Datenpolitik für das EZMW eingeführt.

www.ecmwf.int

01+02

Radarturm Memmingen:

Fertigmachen für den Aufstieg auf die oberste Plattform des Radarturms. Das Verwenden einer Persönlichen Schutzausrüstung (PSA) ist auf der obersten Plattform vorgeschrieben. Dort sind keine Geländer installiert, denn diese würden das Radarsignal stören. Die Außenhaut und die Nähte des Radoms müssen regelmäßig auf Beschädigungen überprüft werden und bei Bedarf durch eine Fremdfirma instandgesetzt werden.

Netzwerk der europäischen Wetterdienste (EUMETNET): Nächste Programmphase

EUMETNET ist ein Konsortium europäischer nationaler Wetterdienste, in deren Rahmen gemeinsame Projekte und Programme für alle Mitglieder durchgeführt werden. Grundsatz ist das „Einer für alle“-Prinzip, dass also ein Mitglied oder eine Gruppe von Mitgliedern Leistungen für alle erbringt. Zum Jahresbeginn 2019 startete die neue fünfjährige Programmphase von EUMETNET. Wie in den vergangenen Jahren wird das Programm E-ASAP (EUMETNET Automated Shipboard Aerological Programme), das Radiosondenaufstiege von Handelsschiffen koordiniert, weiterhin vom DWD geleitet. Bei OPERA (Operational Programme for the Exchange of Weather Radar Information) und dem Observation Programme Management ist der DWD ein Teil des Konsortiums, das das Programm leitet.

www.eumetnet.eu



01



02

EUMETSAT: Nächste Generation von Satellitensystemen

Die Entwicklungsarbeiten an der nächsten Generation von Satellitensystemen im polar-umlaufenden und geostationären Orbit schreiten gut voran. Die Starts der neuen Wettersatelliten sind ab 2021 geplant. Dabei kommen Weiterentwicklungen der Beobachtungstechnik, aber auch innovative Instrumente an den Start. Von diesen erhofft sich der Deutsche Wetterdienst wertvolle Informationen, mit denen die Wettervorhersage entscheidend verbessert werden soll. Beispiele dafür sind Nebelerkennung und dessen Vorhersage, aber auch die frühzeitige Erkennung und verbesserte Prognose von Gewitterzellen und damit Wetterereignissen mit hohem Schadenspotenzial. Neue und zusätzliche Erkenntnisse über Wasser- und Eisverteilung sowie Spurengase in der Atmosphäre werden sowohl für die numerische Wettervorhersage als auch für die Klimatologie genutzt.

Auch die Fortführung und Erweiterung langjähriger Beobachtungsreihen von Satellitendaten, und damit die Nutzung von Satellitendaten für die Überwachung des Klimas und seiner Veränderung stehen im Zentrum des Interesses der sogenannten Pflichtprogramme von EUMETSAT. Beim Erdbeobachtungsprogramm Copernicus der Europäischen Union hat sich EUMETSAT erfolgreich als starker Partner beim Aufbau und dem Betrieb von Beobachtungsinfrastruktur etabliert. Die Fortführung dieser Rolle mit einem erheblichen Aufwuchs der Aufgaben wird erwartet. Ein Aspekt dabei stellt der Betrieb von satellitengestützter Beobachtungskapazität als Beitrag für ein Integriertes Treibhausgas-Monitoring-System (ITMS) dar, das für Deutschland derzeit beim DWD mit weiteren Partnern aufgebaut wird.

www.eumetsat.int

Europäische Union: Copernicus und DWD

Der DWD etablierte sich in den vergangenen Jahren durch erfolgreiche Bewerbung bei mehreren Ausschreibungen zunehmend als Partner im Copernicus-Programm. Die Beteiligung konzentriert sich neben der Validierung von Produkten, mit denen die atmosphärische Luftzusammensetzung überwacht wird, oder Beiträge zum europäischen Hochwasserfrühwarnsystem EFAS vor allem auf Dienstleistungen zur Überwachung des Klimawandels. Diese umfassen die satellitendatengestützte Ableitung von Klimavariablen, sogenannten „Essential Climate Variables“ (ECV), die Bereitstellung von Prognoseinformation für Jahreszeiten, aber auch Beiträge zur zusammenfassenden Bewertung des Klimas. Der DWD konnte dadurch in diesem europäischen Rahmen weiter seine Sichtbarkeit ausbauen, die eigene Kompetenz zeigen und sich so gut für die nächste Programmphase Copernicus 2.0 positionieren.

www.d-copernicus.de

Bilaterale Zusammenarbeit

Im Rahmen des internationalen Austauschs führt der DWD regelmäßig Treffen mit anderen Wetterdiensten und internationalen Organisationen durch. So fanden 2019 Gespräche mit den Wetterdiensten Großbritanniens, Frankreichs, der Schweiz, Österreichs, der Niederlande, Polens und der Tschechischen Republik im bilateralen sowie trilateralen Kontext statt. Anfang September 2019 stattete eine Delegation aus Südkorea dem DWD einen Besuch ab. Im Rahmen des WMO-Kongresses im Juni 2019 wurden Gespräche mit Vertretern der chinesischen, japanischen und südafrikanischen Wetterdienste geführt. Bei den bilateralen Treffen handelt es sich überwiegend um Gespräche auf Direktorenebene. Zudem informierten sich Experten anderer Wetterdienste beim DWD über dessen Aufgaben und Tätigkeiten.

Kurz und knapp im neuen Showroom

Im Bereich der Social Media, hier besonders in den Kanälen Facebook, Twitter und Instagram, nimmt der Anteil an Bewegtbildinformationen immer mehr zu. Die Nutzer erwarten einfache und verständliche Videos mit Informationen rund um die Themen Wetter und Klima. Auch bei den Online-Medien steigt die Nachfrage nach schnell verfügbaren Interviews, beispielsweise via Skype.

unten

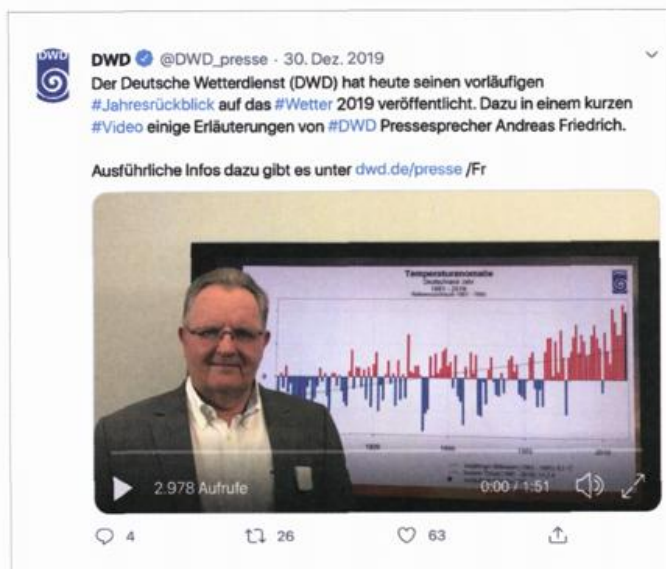
Pressesprecher
Andreas Friedrich produziert im neuen Showroom einen kurzen Clip zum Jahresrückblick 2019.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat der DWD, vertreten durch die Stabsstelle Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (PÖ) einen sogenannten Showroom eingerichtet. Mit einem großen HD-Monitor, zwei Rechnern als Zuspeler für Grafiken und Animationen, zwei Leuchten, Stativ und speziellem drahtlosem Mikrofon können in kurzer Zeit Interviews für Skype oder die Produktion von Videos für Social Media vorbereitet und durchgeführt werden. Als Kamera und Aufzeichnungsgeräte stehen dafür ein iPhone und ein iPad zur Verfügung. Über WLAN können damit Skype-Schalten, beispielsweise zu bild.de durchgeführt werden oder ohne Postprocessing Videos produziert werden. Zur Visualisierung weltweiter Wetterinformationen steht das Visualisierungssystem TriVis zur Verfügung. So können bei besonderen Wetter- und Klimasituationen in kurzer und knapper Form wichtige Informationen bereitgestellt werden.

Ein Beispiel, das im DWD-eigenen Twitter-Kanal zum Rückblick auf das Wetterjahr 2019 veröffentlicht wurde:

https://twitter.com/DWD_presse/status/1211672032951320577?s=20

www.dwd.de/presse





oben

Der neue Hagelsensor des DWD, der im Messnetz, insbesondere an Flughäfen zum Einsatz kommt.

Preis für innovative Partnerschaft

Am 19. Februar 2019 wurde der Deutsche Wetterdienst (DWD) mit dem Award „Innovation schafft Vorsprung“ ausgezeichnet. Mit diesem Preis zeichnet der Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e. V. (BME) Spitzenleistungen öffentlicher Auftraggeber aus. Der Parlamentarische Staatssekretär beim Bundesminister für Wirtschaft und Energie (BMWi), Christian Hirte, und BME-Hauptgeschäftsführer Dr. Silvius Grobosch, verliehen die Auszeichnung auf dem „Tag der öffentlichen Auftraggeber“, die mit Gutscheinen für Beratungsleistungen bis zu 10.000 Euro dotiert ist.

Im Rahmen des langfristigen Projektes zur Automatisierung der Wetterbeobachtung an Flughäfen, hatte sich der DWD mit einer Aufgabe aus diesem Vorhaben beworben. Eine der Herausforderungen dieses Projektes besteht darin, ein Sensorkonzept umzusetzen. Die Marktuntersuchung ergab, dass alle gängigen Sensoren und Detektoren für die Erfassung von Hagel darauf basieren, eine geschlossene Prallfläche zu verwenden. Dies lässt es nicht zu, Hagel von starkem Regen zu unterscheiden. Der DWD wollte die Prallfläche deshalb so modifizieren, dass bei der Wechselwirkung eines Hagelkorns mit der Fläche des Detektors deutlich mehr Impuls übertragen wird als bei der Wechselwirkung nur mit einem Regentropfen. Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse brachte zudem die Erkenntnis, dass die Entwicklung eines auf die Bedürfnisse des DWD zugeschnittenen Hagelsensors die wirtschaftlichste Alternative darstellt.

Bei der technisch und rechtlich komplexen Entwicklung setzte der DWD als erste Einrichtung bundesweit auf das neue Konzept der Innovationspartnerschaft. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, innovative, noch nicht auf dem Markt verfügbarer Leistungen zu entwickeln und die daraus hervorgehenden Leistungen zu erwerben. Das Verfahren hat gezeigt, dass eine Innovationspartnerschaft deutlich mehr als nur ein Vergabeverfahren ist: Es ist ein partnerschaftliches Projekt zwischen öffentlicher Hand und innovationsfreudigem Unternehmen, das nur durch beidseitige Beiträge erfolgreich sein kann. Auch innerhalb des DWD konnte mit diesem Leuchtturmprojekt die Akzeptanz von Seiten der Fachbereiche gesteigert werden. Weitere Innovationspartnerschaften wie beispielsweise für einen Detektor für gefrierende Niederschläge stehen deshalb schon in der Warteschleife.

Nächster Meilenstein beim Neubau Potsdam: Richtfest

Bei strahlend blauem Himmel und frühlingshaften Temperaturen von 21 °C fanden sich zahlreiche Gäste Anfang April auf der Baustelle Michendorfer Chaussee 23 in Potsdam ein. Eingeladen hatte der Brandenburgische Landesbetrieb für Liegenschaft und Bauen (BLB) zum Richtfest für den Neubau der DWD-Niederlassung Potsdam. Nach der Grundsteinlegung im Oktober 2018 war dieses Ereignis ein weiterer Meilenstein.

Norbert John, technischer Geschäftsführer BLB, würdigte in seiner Rede das Schaffen der Bauarbeiter und den gut eingehaltenen Zeitrahmen. Bei den Kosten sieht eine Prognose dagegen schwieriger aus. Die Baukosten in Höhe von 37 Millionen Euro könnten sich durch den anhaltenden Bauboom und die große Nachfrage bei Firmen erhöhen. DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian betonte in seinem Grußwort die Wichtigkeit des drittgrößten Standortes des DWD.

Nach dem Verlesen des Richtspruchs durch den Polier der Baufirma und einigen – wie es der Brauch will – zerbrochenen Gläsern, wurde dem Neubau die Richtkrone aufgesetzt. Bei einem Rundgang im Gebäude erläuterte der Architekt Henning von Wedemeyer sein gestalterisches Konzept. Die Kombination aus Sichtbeton und Fassadenelementen aus Holz steht in Verbindung mit breiten Fensterfronten und Lichtschächten. So fügt sich das Ensemble aus insgesamt sechs Bauteilen harmonisch in das bewaldete Areal ein. Ein dreigeschossiges Bürogebäude ist durch den Wetterboulevard mit dem Gebäude für Service und Logistik und dem Rechenzentrum verbunden. Es gliedern sich ein Antennenturm, ein Garagenkomplex sowie ein Technikgebäude an. Der Antennenturm wird 25 Meter hoch sein, er liegt im Umgebungsschutz zum Denkmalsbereich Berlin-Potsdamer Kulturlandschaft. Daher sind eine denkmalgerechte Farbgebung sowie eine Anpassung seiner Fassade notwendig.

Im Sommer 2021 wird die bautechnische Abnahme des Neubaus erfolgen. Daran schließt sich die Einrichtung und Erprobung der Gebäudetechnik an. Im Jahr 2022 ziehen dann etwa 200 Mitarbeitende zurück in ihre neue „alte“ Wirkungsstätte. Übergangsweise sind die Beschäftigten derzeit an Standorten in Stahnsdorf und Drewitz untergebracht.



links

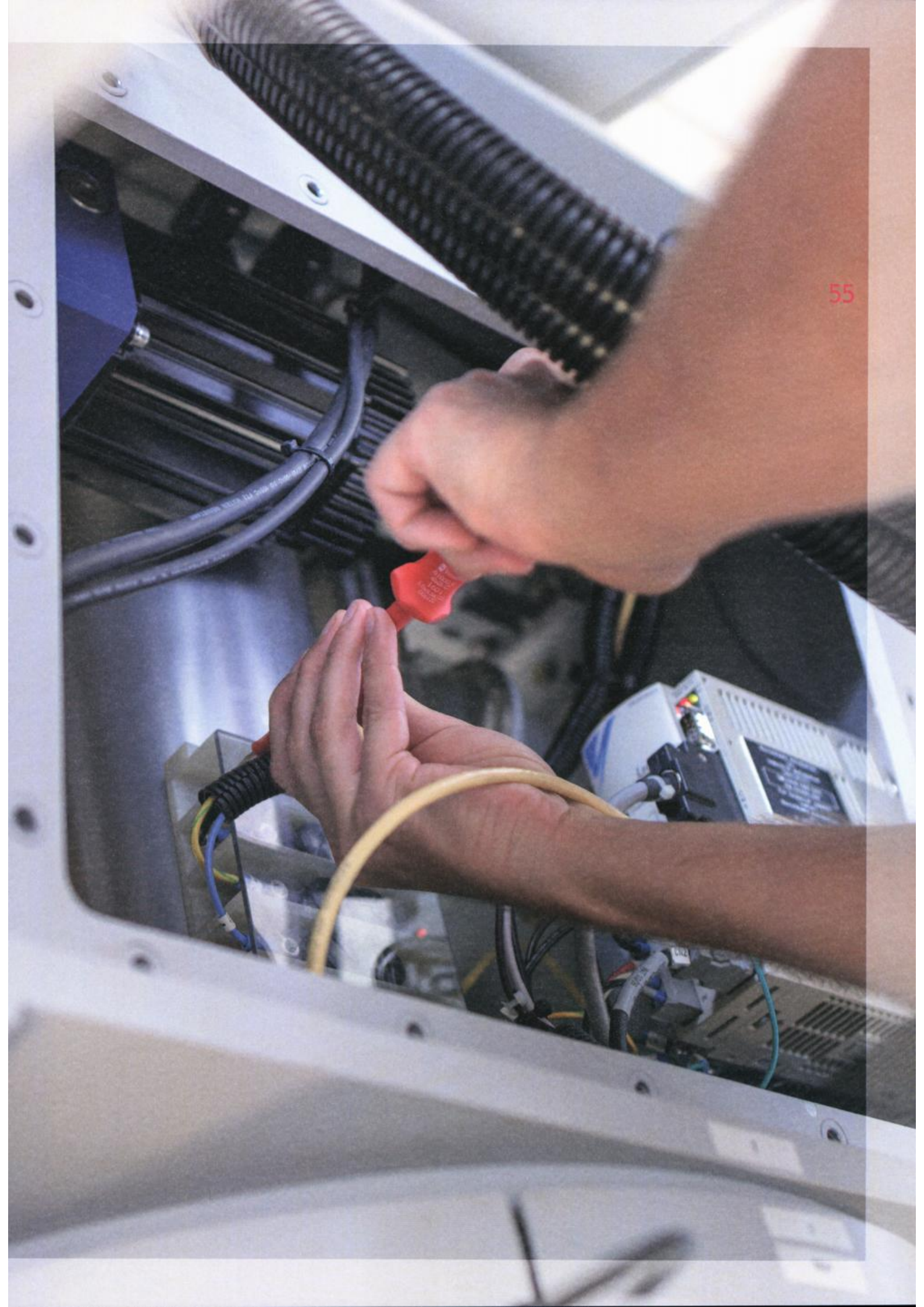
Bei herrlichem Sonnenschein fand Anfang April das Richtfest an der Baustelle zum Neubau der DWD-Niederlassung Potsdam statt. Die Richtkrone schwebt gerade

über den Wetterboulevard, der alle Baukörper im Erdgeschoss mit einander verbindet und sie mit dem Außenbereich verknüpft.

Im Gespräch

rechts

*Die Schutzabdeckung über
den Schleifringbürsten muss
zunächst gelöst werden,
um an die Schleifringbürsten
heranzukommen.*



„Was jetzt kommen muss, sind Ergebnisse“

Interview mit Patricia Espinosa Cantellano, seit Mai 2016
Generalsekretärin der Klimarahmenkonvention der Vereinten
Nationen (UNFCCC) mit Sitz in Bonn

DWD:

Wie und wann kamen Sie erstmals mit dem Thema Wetter und Klima in Berührung?

Patricia Espinosa Cantellano:

Ich bin seit 1981 Berufsdiplomatin, in vier Ländern war ich als Botschafterin tätig, danach Außenministerin für mein Heimatland, Mexiko. In allen Fällen gehörten Umweltthemen zu den Aufgabenbereichen. Wenn ich so zurückschaue, dann stelle ich – und dies mit einer gewissen Freude – immer wieder fest, dass ich mich durchgängig mit der globalen Herausforderung Klimawandel und den Folgen daraus befassen durfte.

DWD:

Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen ist seit 25 Jahren in Kraft. Wo sehen Sie Fortschritte beim Schutz unseres Klimasystems?

Patricia Espinosa Cantellano:

In den letzten 25 Jahren konnten wir eine Mischung an Herausforderungen und Chancen erleben, darunter einige Enttäuschungen, denen aber unglaubliche Erfolge gegenüberstehen. 25 Jahre, in denen wir es von der Klimarahmenkonvention über das Kyoto-Protokoll bis zum Übereinkommen von Paris geschafft haben – allein das ist schon bemerkenswert. Und vor etwas über einem Jahr kam dann die Einigung der Staaten auf die gemeinsamen Leitlinien, um mit ihnen die Wirkung des Pariser Abkommens zu maximieren.

Und dennoch, trotz der enormen Fortschritte, die wir in 25 Jahren erzielt haben, hinkt die Welt dem Klimawandel hinterher. Es war noch nie dringender als jetzt, gegen den Klimawandel zu handeln. Dank der vor 25 Jahren begonnenen Arbeit verfügen wir heute aber über die Instrumente, mit denen wir dieser existenziellen Bedrohung entgegentreten können. Wir haben das Pariser Klimaabkommen, und wir haben auch die Leitlinien, die das Abkommen in vollem Umfang umsetzbar machen. Diese Leitlinien liefern den Regierungen der Staaten und anderen Interessensträgern das Instrumentarium, mit dessen Hilfe sie ihre nationalen Klimaschutzpläne etablieren und so Klimamaßnahmen entsprechend der Bedingungen in ihrem Land vorantreiben können. Was jetzt kommen muss, sind Ergebnisse.



links

Patricia Espinosa Cantellano, Generalsekretärin der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

DWD:

Wenn Sie sich an die verschiedenen Klimakonferenzen erinnern, die Sie geleitet oder an denen Sie teilgenommen haben, was war Ihre größte Enttäuschung, was Ihre größte Freude?

Patricia Espinosa Cantellano:

Diejenigen, die am Klimaverhandlungsprozess beteiligt sind oder ihn mitverfolgen, identifizieren mich eng mit meiner Rolle als Präsidentin der COP 16. Ich bin sehr stolz darauf, die Federführung bei all den Anstrengungen und Bemühungen innegehabt zu haben, die dann letztendlich zu den Vereinbarungen von Cancún führten. Der Prozess war damals an einem heiklen Punkt angekommen, aber der internationalen Gemeinschaft gelang es, die Scherben von Kopenhagen aufzusammeln und so den Weg für das Pariser Klimaabkommen zu ebnet.

Meine größte Freude als Generalsekretärin der UNFCCC war, dass die Staaten bei der COP 24 den Großteil des Kleingedruckten aus dem Pariser Klimaabkommen zur Umsetzung brachten. Die 189 Vertragsstaaten, die das Abkommen ratifiziert haben, können sich bei ihren Bemühungen um Umsetzung hieran orientieren. Die Freude war in diesem Augenblick riesig, vor allem, da wir erkennen konnten, dass sich die Welt im Kampf gegen die größte Herausforderung unserer Generation zusammenfindet.

DWD:

Was muss getan werden, um das Pariser Übereinkommen tatsächlich umzusetzen?

Patricia Espinosa Cantellano:

2020 ist unsere letzte beste Gelegenheit, das Potenzial des Pariser Abkommens voll auszuschöpfen und drei primäre Klimaziele zu erreichen:

1. Begrenzung der globalen Temperaturen auf 1,5 Grad bis Ende dieses Jahrhunderts
2. Erreichen der Klimaneutralität bis 2050
3. Reduktion der Emissionen um 45 Prozent bis 2030

Das Übereinkommen von Paris bietet den weltweiten Rahmen dafür, diese Ziele zu erreichen. Auch wenn uns das Abkommen das Instrumentarium zur Bewältigung der Klimakrise bereitstellt, können wir den erforderlichen politischen Willen zum dringenden Handeln noch nicht erkennen. Wir erleben wirklich eine existenzielle Bedrohung und wir wissen schon jetzt, dass einige Folgen des Klimawandels unumkehrbar sind. Einige Punkte der COP 25 sind noch nicht abschließend gelöst – darunter auch die Vereinbarung marktwirtschaftlicher und nicht-marktwirtschaftlicher Instrumente, die den Staaten bei der kosteneffizienten Reduktion von Emissionen helfen sollen. Auch bleiben die Ambitionen deutlich unter dem Maß, mit dem die Klimaziele erreicht werden könnten.

Die für Madrid erhofften Ergebnisse haben wir nicht erzielt.

Nun müssen wir unsere Anstrengungen verdoppeln.

Wir müssen auf die Rufe aus den Gesellschaften in aller Welt reagieren, ins-

besondere auf die der Jugend. Es ist von wesentlicher Bedeutung, dass die Staaten deutlich ehrgeizigere Zusagen machen und ihre Entschlossenheit zur Umsetzung zum Ausdruck bringen.

Die Verhandlungen werden bei der COP 26 weitergeführt. Es gilt nicht nur, die Leitlinien für die volle Umsetzung des Pariser Abkommens zu vervollständigen. 2020 ist auch die erste Gelegenheit, bei der die Staaten deutlich ehrgeizigere Klimaaktionspläne, die offiziell ‚national festgelegte Beiträge‘ heißen, vorlegen können. 2020 ist auch das Auftaktjahr der vom Generalsekretär weltweit ausgerufenen Aktionsdekade der nachhaltigen Entwicklungsziele, unter anderem sowohl beim Klimaschutz als auch im Kampf gegen Armut und Ungleichheit und für die Gleichstellung der Geschlechter.

DWD:

Kommunizieren Politik und Wissenschaft das Thema Klimawandel adäquat?

Patricia Espinosa Cantellano:

Die Wissenschaft rund um den Klimawandel hat oft eine erschlagende Wirkung. Tausende Wissenschaftler aus aller Welt arbeiten seit Jahren, viele seit Jahrzehnten daran, die Informationen zu analysieren, die die Gesellschaft als Grundlage für vernünftige Entscheidungen über Maßnahmen gegen den Klimawandel benötigt.

Wir sind unseren Wissenschaftlern zu Dank verpflichtet, denn ohne ihre Arbeit gäbe es keine Klimarahmenkonvention, kein Kyoto-Protokoll und auch kein Abkommen von Paris. Und trotz der komplexen Informationen, die sie uns liefern, ist ihre Botschaft kurz und einfach: Wir vergiften unser Land, unsere Meere und die Luft, und das müssen wir schnellst möglich ändern. Aber warum? Weil uns für wirksame Änderungen fast keine Zeit mehr bleibt. Angesichts des Klimawandels müssen unsere Emissionen gesenkt werden und wir müssen nicht nur das Ziel des Pariser Abkommens erreichen, d. h. den Anstieg der globalen Temperaturen auf 2 °C begrenzen, sondern gleichzeitig auch auf die 1,5 °C Begrenzung bis Ende des Jahrhunderts hinarbeiten.

Zwar nicht alle, aber viele Politiker und Wissenschaftler versorgen die Öffentlichkeit sehr gut mit Informationen zum Klimawandel, darunter die Wissenschaftler des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen, auch bekannt als Weltklimarat, dessen Aufgabe es ist, die Klimawissenschaften zu bewerten. Wir müssen mit den Menschen in klar verständlicher Sprache reden. Unsere Kommunikation muss über reine Statistiken, Gesetze und Politik hinausgehen und das ansprechen, was die Menschen in ihrem täglichen Leben betrifft. Welche Folgen ergeben sich für ihre Arbeitsplätze? Welche für ihr Zuhause? Was heißt das für ihre Kinder? Und während die Information über die *negativen* Auswirkungen ein Muss ist, meine ich aber auch, dass wir auch die Vermittlung von *Vorteilen*, die sich aus dem Kampf gegen den Klimawandel ergeben, noch verbessern könnten – zum Beispiel durch Hinweise auf die wirtschaftlichen Möglichkeiten, die sich aus dem Klimawandel ergeben. Oder auf die Vorteile für die Gesundheit und inwieweit sich positive Einflüsse zu fast jeder der anderen großen Herausforderungen der Menschheit ergeben.

Können Politiker und Wissenschaftler ihre Aufgabe, Herausforderungen des Klimawandels zu vermitteln, noch besser erfüllen? Wir *alle* können dies noch besser.

DWD:

Wie denken Sie über die vielen jungen Menschen, die jede Woche für den Schutz des Klimas auf die Straßen gehen, unterstützt von Eltern, Unternehmern und Wissenschaftlern?

Patricia Espinosa Cantellano:

Junge Menschen steigen in diese Verantwortung ein, sie werden zur moralischen Stimme und mahnen eindringlich, dass jetzt und sofort tiefgreifende Maßnahmen notwendig sind, um zu verhindern, dass ihre Zukunft zerstört wird. Die jungen Leute bringen deutlich zum Ausdruck, dass sie den Klimawandel als eine Bedrohung für ihre Zukunft sehen und dass wir ihre Rufe nicht außer Acht lassen dürfen. Diese Rufe sollten – und werden es ganz sicher auch nicht – in unserem Prozess nicht unbeachtet bleiben. Wir brauchen ihre Stimmen, ihre Lösungen und ihre Kreativität dringend.

DWD:

Angesichts der vielen Krisenherde in der Welt, warum sollten sich junge Menschen überhaupt für Wetter und Klima interessieren oder gar dafür eintreten?

Patricia Espinosa Cantellano:

Egal ob natur- oder menschengemachte Katastrophen – die Menschheit hat schon zahlreiche gewaltige Herausforderungen gemeistert. Die Menschen haben bewiesen, wie gut sie sich anpassen und Lösungen entwickeln können, die vorher undenkbar waren. Denken Sie beispielsweise an das Penizillin oder die Druckmaschinen. Die Menschen zeichnen sich durch Einfallsreichtum und Kreativität aus, insbesondere die Jugend. Da es beim Klimaschutz um die Qualität ihrer Zukunft geht, ist es nur natürlich, dass junge Menschen sich so stark für die Klimakrise interessieren. Die kreativen Ideen, die die Jugend auf den Tisch bringt, sind teilweise von höchstem Wert, so etwa das Verfahren, das Boyan Slat zur Reinigung der Ozeane entwickelt hat, oder die solargestützte Wasseraufbereitung zur Erzeugung von sauberem Trinkwasser von Anna Luisa Beserra. Hier gibt es noch zahlreiche weitere Beispiele, darunter viele, die seitens der Vereinten Nationen nicht zuletzt durch Verleihung des Innovationspreises ‚Young Champions of the Earth‘ bereits honoriert wurden.

DWD:

Was ist für Sie die größte Herausforderung, der sich die Menschheit gegenüber sieht?

Patricia Espinosa Cantellano:

In Sachen Klimawandel sind wir schon fast an dem Punkt angekommen, an dem es kein Zurück mehr gibt. Immer mehr Studien weisen eindeutig auf zunehmende Folgen des Klimawandels hin, und immer mehr Studien zeigen deutlich, dass die Zeit drängt. Angesichts einer klimawissenschaftlich klaren Lage dürfen wir nicht weiter Treibhausgase in unsere Atmosphäre freisetzen, dabei zusehen, wie sie sich wie eine Hülle um unseren Planeten ziehen, und dann erwarten, dass nichts schiefgeht. Wir stehen am Anfang eines neuen Jahrzehnts, einem Jahrzehnt, das das Schicksal der Menschheit in ihrem Kampf gegen den Klimawandel bestimmen wird. Um den Klimawandel zu bewältigen und unsere Zukunft zu sichern, bedarf es eines grundlegenden wirtschaftlichen Wandels, und der darf nicht länger aufgeschoben werden oder halbherzigen Versuchen zum Opfer fallen. Und wir müssen ihn gemeinsam umsetzen.

DWD:

Zum Abschluss noch eine ganz andere Frage: Sie sind seit fast 40 Jahren in zahlreichen Funktionen rund um den Globus unterwegs – gibt es einen Ort, wo Sie sich persönlich daheim fühlen, welcher Ort wäre das und warum?

Patricia Espinosa Cantellano:

Sie haben vielleicht gehört, dass die Mexikaner sehr stolz auf ihr Land sind, ihre Kultur, ihre Traditionen, ihre Küche... Das gilt auch für mich. Für mich bedeutet ‚Heimat‘ außerdem auch Familie, und meine Familie lebt dort.

Aber wie Sie schon erwähnt haben, hatte ich das Glück in verschiedenen Regionen rund um die Welt zu leben. Das war ein faszinierender Weg, auf dem ich neue Orte und neue Menschen, neue Freunde, Musik, Speisen, usw. kennenlernen durfte. Es gibt immer etwas Besonderes und etwas Neues zu erlernen.

Aber mit Deutschland fühle ich mich besonders eng verbunden. In Mexiko besuchte ich eine deutsche Schule und hatte daher schon seit meiner Kindheit beruflich wie privat einen engen Bezug zu Ihrem Land. Ich habe Freunde in Deutschland und habe – vor langer, langer Zeit – sogar ein Jahr lang bei einer deutschen Familie gelebt. Auch in Deutschland fühle ich mich zuhause und empfinde es als Privileg, dass ich all die Jahre hier leben kann.

DWD:

Wir bedanken uns sehr für das Gespräch!

Hinweis

Dieses Interview wurde Anfang 2020 vor dem Ausbruch der Corona-Pandemie geführt.

www.unfccc.int

Finale

rechts

Alle Systeme wieder im Betriebsmodus: Melanie Eickmeier und Ladislav Hart prüfen im Betriebsraum des Turmes mit einem USB-Leistungsmessgerät, wie der Sendepuls des Radars aussieht. Sollte der Sendepuls nicht die Spezifikationen erfüllen, muss dieser angepasst werden.



Jährliche Arbeitsergebnisse und Leistungen

Rund **90.000** Vorhersagen, rund **185.000** Wetter- und Unwetterwarnungen (ohne Hitze- und UV-Warnungen)

Gut **14.000** Beratungen/Gutachten zu Wetter und Klima für Behörden, Katastrophenschutz und andere Kunden

Rund **460.000** Vorhersagen und Warnungen für die Luftfahrt

Rund **34.000** telefonische Beratungen für die Luftfahrt

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

mit rund **380 Millionen** Aufrufen

Rund **200.000** Berichte, Warnungen und Beratungen für die Seeschifffahrt, den Küstenschutz und Offshore-Unternehmungen

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

5 Luftfahrtberatungszentralen

3 Agrarmeteorologische Beratungsstellen

182 hauptamtliche Wetterwarten, Flugwetterwarten und Wetterstationen

davon **4** rund um die Uhr und **1** zeitweise mit Personal besetzte Wetterwarten

davon **161** automatisierte hauptamtliche Wetterstationen

davon **16** Flugwetterwarten an internationalen Verkehrsflughäfen

1.735 nebenamtliche Wetter- und Niederschlagsstationen

davon melden **834** Online-Stationen halbstündlich

1.082 phänologische Beobachtungsstellen

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

66 automatische Bordwetterstationen

472 Wettermeldestellen auf Handelsschiffen

5 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

4 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

18 Wetterradarstandorte in Deutschland

2 Meteorologische Observatorien

10 Radiosonden-Stationen mit jährlich rund 7.000 Ballonaufstiegen

48 Stationen mit Radioaktivitätsmessung

3 Mobile Messeinheiten

7 automatische Klimagas-Messstationen an hohen Türmen

Zahlen zum Haushalt des DWD

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:



Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:



Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2019 wie folgt:



Die Zuweisungen/Zuschüsse gingen 2019 an folgende Organisationen (mit Fremdkapitel):



¹ Statistisches Bundesamt: Schätzung 83,2 Millionen für Ende 2019

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2019

2.171,0

2018

2.178,5

2017

2.197

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2019

2.216

Davon Männer

1.384

Davon Frauen

832

2018

2.248

Davon Männer

1.412

Davon Frauen

836

2017

2.296

Davon Männer

1.442

Davon Frauen

854

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

Erfassung von **1.300** neuen Starkregenereignissen in Deutschland

(Seit 2001 hat der DWD bisher gut 22.000 Starkregenereignisse erfasst.)

Gut **20.000** mitgeschnittene Satellitenüberflüge

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

derzeit knapp **121.000** Stationen weltweit größte globale

Datenbank für direkte Niederschlagsmessungen.

177 wissenschaftliche Publikationen, davon **146** in internationalen „peer-reviewten“ Fachjournalen

Rund **37.000** meteorologische Journale lagern im Seewetteramt des DWD in Hamburg aus der Zeit zwischen 1826 und 1940, gut die Hälfte davon

ist bereits für die Klimaforschung digitalisiert.

- Die Journale liefern geschätzte **23 Millionen** meteorologische Beobachtungsdaten von den Weltmeeren.
- Klimazeitreihen konnten dadurch teilweise um bis zu **60 Jahre** verlängert werden.
- Zum Vergleich: Derzeit erhält der Deutsche Wetterdienst rund **2,2 Millionen** Beobachtungsdaten pro Jahr allein von Schiffen.

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

Etwas mehr als **drei Viertel** der Daten, die für das globale
Wettervorhersagesystem **ICON** des DWD verarbeitet werden, stammen von **meteorologischen**
Satelliten.

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**

Die **Deutsche Meteorologische Bibliothek** beim DWD umfasst mehr als
190.000 Medieneinheiten.

Rund **1.400** **Geburtstagswetterkarten** gab der DWD beim Tag der offenen
Tür der Bundesregierung im August in Berlin aus.



01



02

01

Nachbau eines
Lindenberger Schirm-
drachens im Wetter-
museum Lindenberg

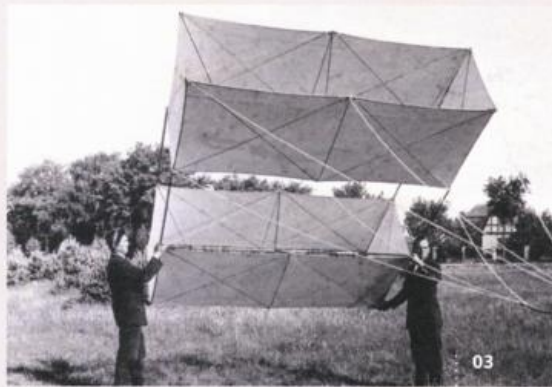
02

Platzender Wetterballon
in ca. 31,4 Kilometer
Höhe, aufgenommen im
Frühjahr 2014

Zu guter Letzt:

9.750 Meter – bis heute gültiger Drachen-Höhenweltrekord

Der 1. August 1919 gehört zu den Tagen, an denen in der Meteorologie Geschichte geschrieben wurde: Wissenschaftlern und Technikern des Königlich-Preußischen Aeronautischen Observatoriums in Lindenberg (heute Landkreis Oder-Spree) gelang es an diesem Tag, mit einem Gespann von acht Schirmdrachen bis in eine Höhe von 9.750 Metern vorzudringen und Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftdruck zu messen. Ein Weltrekord für Drachen, der bis heute Bestand hat. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) erinnerte 100 Jahre später in seinem Meteorologischen Observatorium Lindenberg/Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO) am selben Standort an diese einmalige Leistung.



03

Vorbereitung eines
Schirmdrachens zum
Start



04

04

Drachen über dem
Windenhaus in Linden-
berg

Mithilfe von Drachen und Fesselballonen höhere Luftschichten erkunden

Heute erreichen Radiosonden Höhen von bis zu 35 Kilometer und übermitteln in Echtzeit meteorologische Informationen für die Wettervorhersage und die Klimaforschung. Zudem senden zahlreiche meteorologische Satelliten in Zeitabständen von teils weniger als zehn Minuten Daten über die Atmosphäre zur Erde, aus denen meteorologische Werte ermittelt werden können. Vor mehr als 100 Jahren war es nur mithilfe von Drachen und Fesselballonen ohne Datenübertragung per Funk möglich, höhere Luftschichten zu erkunden. Die Anfänge zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren im Vergleich zu heute bescheiden: Höhen zwischen 2.700 und 4.000 Meter wurden damals erreicht. Insbesondere an dem von Richard Aßmann 1905 gegründeten Aeronautischen Observatorium Lindenberg widmeten sich die Wissenschaftler der Vertikalsondierung der Atmosphäre.

Dazu nutzten die Wissenschaftler sogenannte Meteorographen. Die Signale der Messfühler für Druck, Temperatur und Luftfeuchte wurden auf eine über ein Uhrwerk bewegte Schreibtrommel übertragen. Ballon bzw. Drachen befanden sich an einem Stahlseil, das an einer Seilwinde im sogenannten Windenhaus befestigt war. Über diese Seil-

winde wurden Auf- und Abstieg der Ballone und Drachen reguliert. Sobald die Instrumente wieder auf die Erde waren, werteten die Wissenschaftler die Daten des Meteorographen aus. In Lindenberg wurden zwischen 1905 und 1931 mehr als 21.000 solcher Aufstiege, das sind im Mittel etwa zwei pro Tag, durchgeführt, über zwei Drittel davon mit Drachen, der Rest mit Fesselballonen. Insbesondere die Technologie der Drachenaufstiege ist im Verlauf mehrerer Jahrzehnte am Lindener Observatorium wesentlich weiterentwickelt und perfektioniert worden.

So wurde der Weltrekord-Aufstieg am 1. August 1919 mit einem Gespann von acht Schirmdrachen bewerkstelligt. Von den acht Drachen trug der oberste den Meteorographen, die anderen sieben waren erforderlich, um die Last von etwa 15 Kilometer Stahlseil zu tragen. Bei der Auswertung der Registrierung stellten die Wissenschaftler fest, dass die Barometerfeder bei einer erreichten Höhe von 9.190 Metern an den Rand der Barometerdose gestoßen war und damit den weiteren Aufstieg nicht mehr zu registrieren vermochte. Die erreichte Gipfelhöhe des Aufstieges wurde dann aus der Temperaturaufzeichnung abgeleitet.

Täglich vier Wetterballonaufstiege bis in 35 Kilometer Höhe

Heute starten am MOL-RAO täglich vier Radiosonden mit Wetterballonen, die Daten über Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Wind bis in Höhen von bis zu 35 Kilometern liefern. Das Observatorium hat im Rahmen der WMO auch die Aufgabe übernommen, die Qualität des internationalen Radiosondenmessnetzes global zu sichern. Darüber hinaus werden Messungen dieser zuvor aufgeführten Variablen sowie zusätzlich von Wolken- und Strahlungsgrößen mit sogenannten bodengebundenen Fernsondierungsverfahren durchgeführt. Diese Verfahren nutzen die Ausbreitung von Radio-, Licht- und Schallwellen, um die Atmosphäre zu erkunden. Kontinuierlich stehen Informationen mit einer zeitlichen Auflösung zwischen wenigen Minuten und etwa einer Stunde zur Verfügung. Damit ist die detaillierte Untersuchung von Prozessen in der Atmosphäre möglich. Die in Lindenberg gewonnenen Messdaten werden sowohl für die aktuelle Wettervorhersage, als auch für die Verbesserung von Wettervorhersage- und Klimamodellen, für die Überprüfung von Satellitenmessungen und für die Klimaüberwachung genutzt.

Kontakt, Impressum und Quellen

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 nächst-
gelegenen 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 BMVI

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

Textnachweise

Seite 25

DWD, 2017: Nationaler Klimareport 2016. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 3. Auflage
https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/download_report_aufgabe-3.html

Hartmann, D. L., A. M. G. Klein Tank, M. Rusticucci, L. V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F. J. Dentener, E. J. Dlugokencky, D. R. Easterling, A. Kaplan, B. J. Soden, P. W. Thorne, M. Wild und P. M. Zhai, 2013: Observations: Atmosphere and Surface. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex und P. M. Midgley (Hrsg.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom und New York, NY, USA.
https://www.de-ipcc.de/media/content/AR5-WGI_SPM.pdf

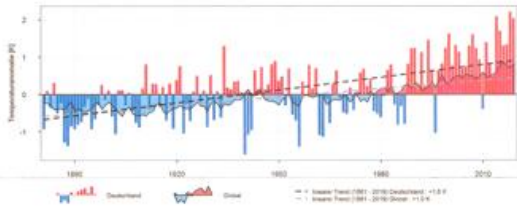
Abbildungen

Quelle	Seite
Bernd Lammel, Bild-Kraftwerk	Titel, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 35, 47, 49, 55, 61
Deutscher Wetterdienst	16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 31, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 51, 68 (links), Poster Rückseite
Torsten Wendt, DWD	26, 27
KNMI/E-OBS	30
Weltorganisation für Meteorologie (WMO)	36
Julia Fruntke, DWD	39
Mathias Rudolph, DWD	43
Eckhard Lanzinger, DWD	52
Sabine Neumann, DWD	53
Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC)	57
DWD/MOL-RAO	68 (rechts), 69
Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH	Vorderseite Poster (Hannover)
Rüdiger Manig, DWD	Vorderseite Poster (Neuhaus)
Ulf Köhler, DWD	Vorderseite Poster (Hohenpeißenberg)
Bertram Lange, DWD	Vorderseite Poster (alle anderen Standorte)

Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag in Deutschland 2019

Neun der zehn wärmsten Jahre in den vergangenen 20 Jahren

Temperaturanomalie Deutschland/Global
1881 - 2019, Referenzzeitraum 1961 - 1990



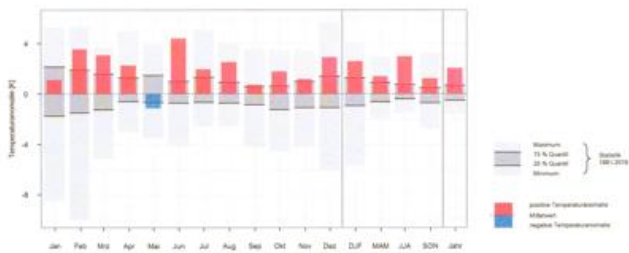
Anomalie der Sonnenscheindauer

Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2019, Referenzzeitraum 1961 - 1990



Temperaturanomalie

Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2019, Referenzzeitraum 1961 - 1990

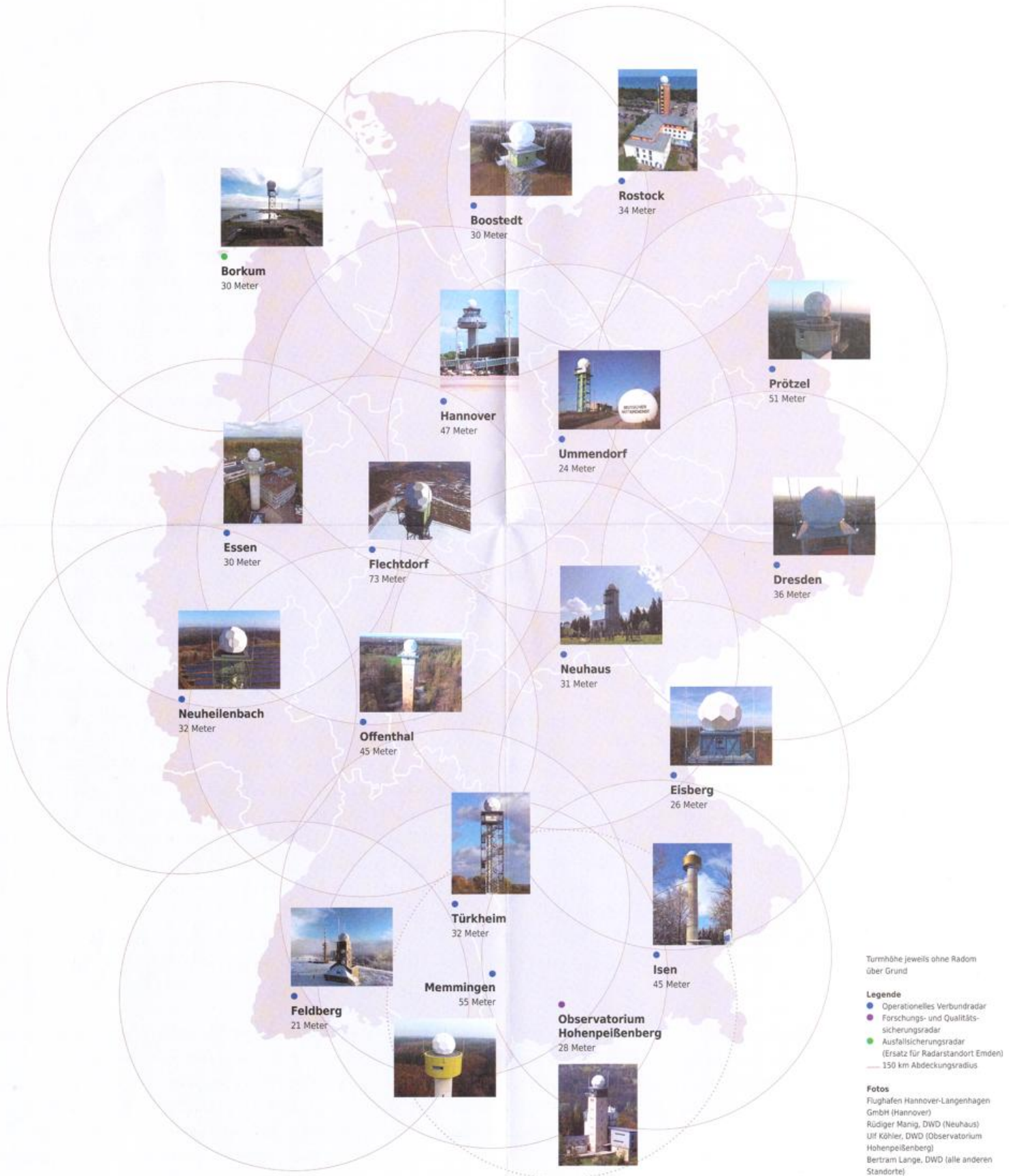


Anomalie des Niederschlags

Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2019, Referenzzeitraum 1961 - 1990



Der Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes



Titel

Serguei Laskovitch bringt die über vier Meter große Antenne in Position, damit das Technikteam an die Komponenten gelangen kann, die zu prüfen und zu warten sind.



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

ISSN 2629-2076

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



20



Jahrbuch 2020

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 Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) 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.



01



02

Fotostrecke Jahrbuch 2020

Die Fotostrecke dieses Jahrbuchs ist der Expedition MOSAiC gewidmet. Auf dem Forschungseisbrecher Polarstern (Abb. 01) befindet sich eine Bordwetterwarte des DWD, die während der gesamten Expedition mit DWD-Personal besetzt war. Der DWD-Wettertechniker Christian Rohleder (Abb. 02) verbrachte während des dritten Fahrtabschnitts coronabedingt mehrere Monate an Bord und hielt mit seinem fotografischen Auge ganz besondere Momente fest. Mit ihm an Bord war während dieser Zeit der Dipl.-Met. Robert Hausen (Abb. 03) von der Vorhersage- und Beratungszentrale des DWD in Offenbach. Ohne Wettervorhersage können Außeneinsätze weder per pedes noch per Helikopter durchgeführt werden.



03

Inhalt

Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst	3
Vorwort	6
Auftakt	8
Wetter und Klima 2020	14
Im Rückspiegel	30
Im Gespräch	56
Finale	62
Kontakt, Impressum und Quellen	72

Vorwort

01 Prof. Dr. Gerhard Adrian, Präsident
des Deutschen Wetterdienstes

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

das Jahr 2020 rangiert mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,4 °C in Deutschland nach 2018 auf Platz zwei der wärmsten Jahre seit Aufzeichnungsbeginn. In einigen europäischen Ländern war das vergangene Jahr sogar das wärmste überhaupt. Nach Auswertungen von fünf internationalen Datensätzen durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) war 2020 auch global eines der zwei wärmsten Jahre seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Trotz Corona-Pandemie – der Klimawandel setzt sich fort.

Die Klimaveränderung spüren wir in unseren Breiten vornehmlich über gestiegene Temperaturen oder eine Zunahme von Starkregenereignissen. Deutlicher zeigt sich der Wandel insbesondere in der Arktis. In der Arktis war die Meereisausdehnung die zweitniedrigste seit Beginn der Aufzeichnungen und in den Monaten Juli und Oktober wurden jeweils die niedrigsten Meereisausdehnungen beobachtet. Die komplexen Klimaprozesse in der Arktis und ihren Einfluss auf unser Wetter besser zu verstehen, war ein Ziel der MOSAiC-Expedition des Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrums für Polar- und Meeresforschung (AWI). Die meteorologische Sicherung dieser einmaligen Forschungs Expedition lag in den Händen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Daher

freue ich mich ganz besonders, dass Prof. Dr. Antje Boetius, Direktorin des AWI, mit einem ausführlichen Gespräch bisher nicht bekannte Einblicke in die Arbeit des AWI sowie die Expedition gegeben hat. Neben der Fotostrecke, die der Expedition gewidmet ist, erfahren Sie im Auftakt-Kapitel unter anderem, mit welchen Herausforderungen Wettervorhersage in den Polar-gebieten konfrontiert ist.

Unsere Arbeit im vergangenen Jahr war – wie kaum anders zu erwarten – geprägt von der Corona-Pandemie. Flexibilität in allen Bereichen und auf allen Ebenen war gefragt. Dank einer bereits vorhandenen hohen Digitalisierung unserer Arbeit konnte der DWD die Pandemie bisher sehr gut meistern. Zugute kam uns auch, dass wir auf Basis einer im Jahr 2019 geschlossenen Dienstvereinbarung die Möglichkeiten des mobilen Arbeitens für die Beschäftigten schnell ausweiten konnten. Unsere Kreativität zeigte sich aber auch, als mit dem ersten Lockdown im März 2020 die Wettermeldungen von Flugzeugen einbrachen. Alternative Datenquellen wurden eruiert, rasch gefunden und in den operationellen Betrieb integriert, so dass die Wettervorhersage und das Warnmanagement des DWD in gewohnt hoher Qualität



01

erbracht wurden. Innovationen konnten trotz Pandemie realisiert werden: sei es der Start der neuen Gesundheits-App, die Umstellung der Datenübertragung an automatischen Wetterstationen auf mobile Datenerfassungsanlagen oder die Erweiterung der DWD-Warn-Wetter-App. Seit Juli 2020 können Nutzer*innen ihre eigenen Wetterbeobachtungen über die App an den DWD übermitteln. Nach einer ersten Plausibilitätsprüfung stehen diese Meldungen den Meteorolog*innen unmittelbar unter anderem für das Warnmanagement zur Verfügung. Im Herbst nahmen wir unseren neuen Hochleistungsrechner in Betrieb, der die Wettervorhersage nochmals deutlich beschleunigt und durch seine Warmwasserkühlung zu einer weiteren Energieeinsparung führt.

Nach einer überzeugenden Bewerbung durch unser Ministerium entschied sich im Dezember der Rat des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) für Bonn als dritten Standort. Nach dem Austritt Großbritanniens aus der EU werden in Bonn insbesondere EU-finanzierte Aktivitäten gebündelt. Dazu zählen auch die Copernicus-Dienste des EZMW, zu denen der DWD für Deutschland maßgebliche Beiträge koordiniert und zuliefert. Als DWD freuen wir uns daher sehr auf die weitere Zusammenarbeit mit dem EZMW.

Sie sehen, es gibt spannende Entwicklungen. Eine interessante Lektüre des DWD-Jahrbuchs 2020 wünscht Ihnen deshalb, liebe Leserinnen und Leser

Ihr

Gerhard Adrian

01 Mit der FS Polarstern festgefroren an einer Eisscholle durch das Nordpolarmeer driften und umfangreiche Daten sammeln, um so die Klimaprozesse in der Arktis und ihren Einfluss auf das Wettergeschehen besser zu verstehen. Dies war ein Ziel der bisher größten Polarexpedition MOSAiC. Nach Monaten der

Dunkelheit brach für das Team auf Polarstern, darunter auch stets ein DWD-Tandem mit Wettertechniker und Bord-Meteorologe, etwa ab Mitte März 2020 der Polartag an. Doch nicht jeden Tag herrschte „eitel“ Sonnenschein – am Horizont kündigt sich bereits der nächste Sturm an.



Auftakt





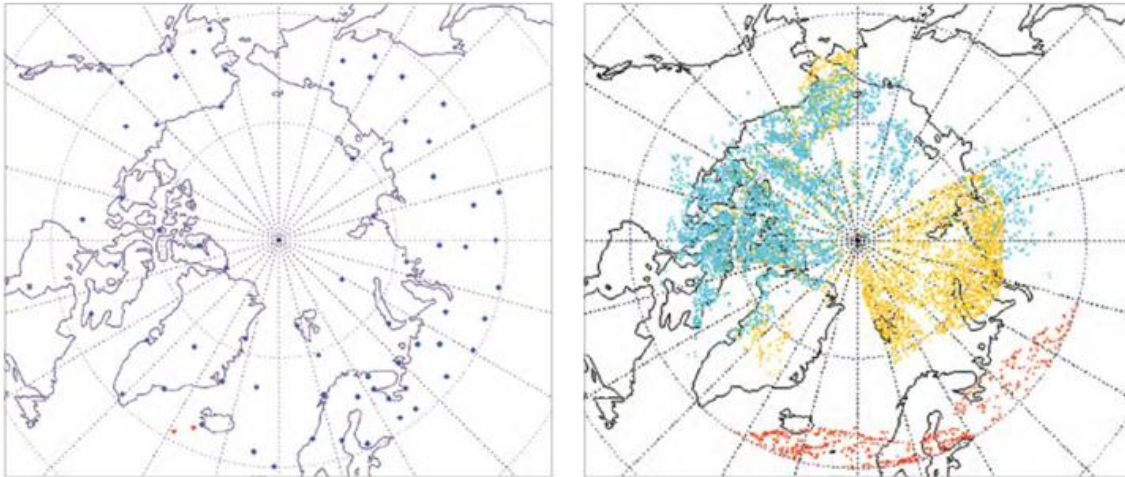
01 | Brüchiges Eis vor dem Aufbruch der Polarstern Richtung Spitzbergen Mitte Mai zum Wechsel von Mann-

schaft und Material: An der Reling sind unter anderem auch Messgeräte der Bordwetterwarte zu sehen.

Bordwetterdienst – an entscheidender Stelle der Expedition

Nach 389 Tagen Expedition kehrte der deutsche Forschungseisbrecher Polarstern am 12. Oktober 2020 in seinen Heimathafen Bremerhaven zurück. 389 Tage, an denen der Deutsche Wetterdienst (DWD) Tag für Tag über seine Wetterwarte an Bord der Polarstern die gesamte Expedition meteorologisch begleitet und gesichert hatte.

Auch wenn die Bordwetterwarte seit dem Stapellauf der Polarstern im Jahr 1982 stets mit DWD-Personal besetzt war, es demnach jahrzehntelange Erfahrungen beim DWD gibt, gehörte diese Fahrt in die Kategorie „Außergewöhnlich“. Selbstredend, dass die Vorbereitungen beim DWD weit vor dem Startschuss der Expedition am 20. September 2019 im norwegischen Tromsø begannen. Von der gesammelten Erfahrung und den gewonnenen meteorologischen Daten wird der DWD auch lange nach den 389 Tagen profitieren.



02

Prozesse besser verstehen

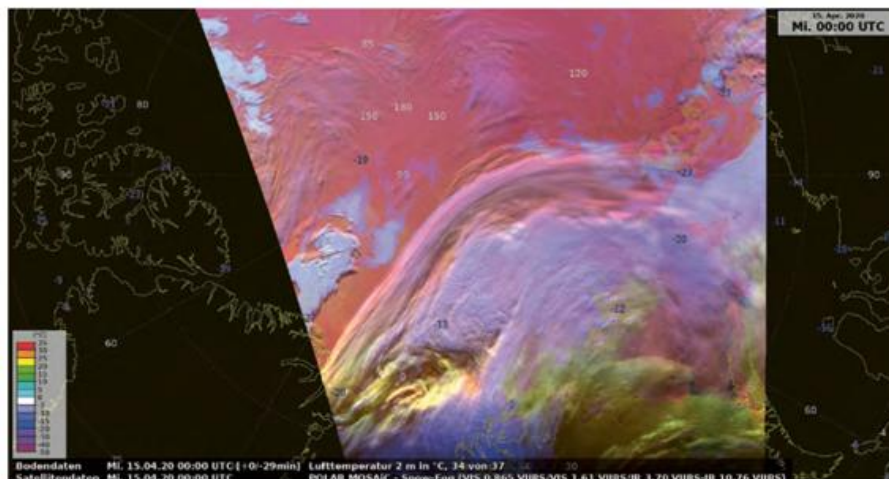
Der voranschreitende globale Klimawandel führt zu immer schnelleren Änderungen im Klimasystem der polaren Regionen der Erde mit gravierenden Auswirkungen auf das Wetter- und Klimageschehen in polaren und mittleren Breiten. Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hatte daher von Mitte 2017 bis Mitte 2019 das „Year of Polar Prediction (YOPP)“ ausgerufen, dem sich die größte polare Expedition der vergangenen Jahrzehnte mit dem Namen MOSAiC (Multi-disciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate) anschloss. Während YOPP unter anderem dazu diente, den Einfluss von bestehenden Beobachtungssystemen auf die Analyse- und Vorhersagequalität globaler und regionaler Wettervorhersagemodelle zu untersuchen (Abb. 02), war das Ziel von MOSAiC, die komplexen und nur unzureichend verstandenen Klimaprozesse der zentralen Arktis zu erforschen, die Darstellung dieser Prozesse in globalen Klimamodellen zu verbessern und so zu verlässlicheren Klimaprognosen beizutragen. Dazu driftete die Polarstern ein Jahr lang, fest verbunden mit einer Eisscholle, durch das Nordpolarmeer und sammelte einen einzigartigen Beobachtungsdatenschatz ein.

Kombination von Datenquellen

Die vorgesehene Driftroute stellte zugleich eine der größten Herausforderungen für die Wetterberatungen an Bord dar. Denn zum einen können die Daten für die Wettervorhersage zur Bordwetterwarte, wenn diese sich nördlich des 75. Breitengrades befindet, nur in einem limitierten Datenvolumen übertragen werden. Zum anderen sind in diesen Polargebieten konventionelle Wetterstationen, Bojen oder Radiosondenaufstiege, deren Daten für eine Wettervorhersage elementar benötigt werden, äußerst rar. Umso mehr Bedeutung gewinnen Satellitendaten, die in diesen Breiten wiederum reichlich vorhanden sind. An der Bordwetterwarte selbst werden konstant Wetterbeobachtungen sowie Radiosondenaufstiege durchgeführt. Außerdem verfügt das Schiff über eine eigene Antenne, über die Daten von polumlaufenden Wettersatelliten zeitnah empfangen sowie direkt be- und weiterverarbeitet werden. Über diese Daten

02 Datenbedeckung von Stationen mit Radiosondenaufstiegen (links) und der von Satelliten abgeleiteten Windbeobachtungen (rechts) über einen Zeitraum von zwei Stunden für die Arktis (nördlich von 60° N)

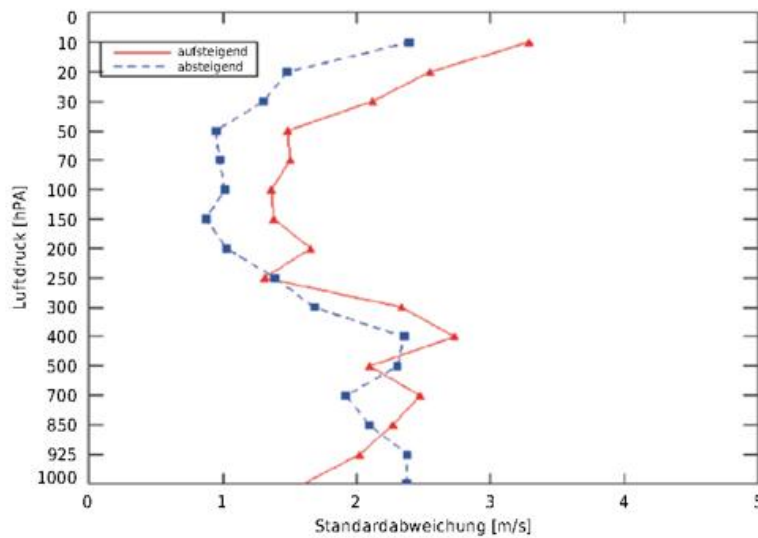
werden Informationen unter anderem zu Wolkeneigenschaften oder Oberflächentemperaturen abgeleitet. Doch für eine exakte Wettervorhersage in diesen Breiten bedarf es deutlich mehr. Schließlich hängen von dieser Vorhersage die Einsätze der Wissenschaftler*innen auf der Eisscholle oder mit den bordeigenen Helikoptern ab. Erst die Kombination eigener Datenquellen (Wetterbeobachtungen, Radiosonden, Satellitenbilder) mit den ortsbezogenen Prognosen des DWD-Wettervorhersagesystems ICON und den aufbereiteten Daten weiterer polarumlaufender Satelliten ermöglichte es dem DWD-Team, einsatzspezifische Wettervorhersagen zu erstellen. Dabei legten Teile des täglich zu schnürenden Datenpakets mit einem Volumen von rund 50 Mbit bereits sehr lange Wege zurück.



- 01** Das Falschfarbenbild von Mittwoch, 15. April, zeigt Eis auf Land und auf dem Meer in Rot und zum Beispiel tiefe Wolken oder Nebel in bläulichen Farbtönen. Im Bild ist links Grönland, weiter rechts liegt Spitzbergen, die Inseln rechts oben gehören zum Franz-Josef-Land. Die Polarstern befindet sich zu diesem Zeitpunkt etwa bei der Zahl „-13“ in der unteren Bildhälfte.

Neben den Daten der polumlaufenden Satelliten von EUMETSAT, METOP, wurden in Offenbach auch die Rohdaten der beiden US-amerikanischen Wettersatelliten NOAA 20 und Suomi-NPP aufbereitet. Deren Aufnahmen wurden zunächst zu EUMETSAT nach Darmstadt geschickt, von dort wiederum über einen Kommunikationssatelliten zum DWD in Offenbach. Nach dem Empfang wurden die Rohdaten beim DWD für das meteorologische Arbeitsplatzsystem Ninjo aufbereitet und nach Hamburg in das Seewetteramt weitergeleitet. Von dort aus werden alle Bordwettereinsätze des DWD koordiniert. Angereichert mit weiteren Daten sandte das Seewetteramt die Datensätze schließlich zum AWI nach Bremerhaven, und von da aus ging es wiederum per Satellitenverbindung weiter zur Wetterwarte auf der Polarstern.

NOAA 20 und Suomi-NPP benötigen für eine Umrundung der Erde über die Pole rund 100 Minuten. Sie erstellen in 22 Spektralkanälen im sichtbaren und infraroten Bereich Bilder von der Erde, die dann nahezu stündlich zur Verfügung stehen. Der Anwender kann die Spektralkanäle kombinieren und sogenannte Farbkompositbilder erstellen, um so beispielsweise Eis oder Wolken zu erkennen. Dies alles wird zusätzlich mit Daten der durchgängigen Wetterbeobachtung an Bord, wie Wind oder Temperatur kombiniert. Außerdem fließen in die Aufbereitung noch die Informationen der Radiosondenaufstiege ein, die im Regelfall vier Mal täglich von der Polarstern aus durchgeführt wurden. Alle diese Verfahren wurden im Vorfeld der Expedition ausführlich und ausgiebig getestet, bevor sie in den operationellen Betrieb übergangen.



02 Mittlerer dreistündiger Windgeschwindigkeitsvorhersagefehler (m/sec) der Radiosonden Aufstiege (rot) und Abstiege (blau) von der Polarstern, als Mittel über einen Monat (Oktober 2019).

02

Auf- und Abstiegsdaten

Analysen mehrerer globaler Wetterzentren zeigten für den arktischen Raum, dass konventionelle Beobachtungen einen gleichgroßen oder sogar höheren Einfluss als Satellitenbeobachtungen auf die Vorhersagequalität meteorologischer Modelle, im Gegensatz zu anderen Regionen der Erde, haben. Dies liegt zum Großteil daran, dass die Nutzung der von Satelliten gemessenen Strahlungsdichte (Radianz) über schnee- und eisbedeckten Gebieten noch recht schwierig ist und deshalb nur ein geringer Teil der Daten benutzt werden kann. Studien mit dem beim Deutschen Wetterdienst genutzten ICON-Globalmodell ergaben, dass insbesondere die von Satellitenbildern abgeleiteten Windbeobachtungen einen großen, und den Messungen von Radiosonden, gleichwertigen, positiven Einfluss auf die Vorhersagequalität in hohen und mittleren Breiten ausüben. Neben den Beobachtungen vor Ort wurden erstmals überhaupt sowohl die

Aufstiegsdaten der Radiosonden genutzt, als auch nach dem Platzen der Wetterballons die Abstiegsdaten der fallenden Sonden. Dabei stellte sich heraus, dass die Abstiegsdaten in ihrer Qualität denen der Messungen beim Aufstieg vergleichbar waren (Abb. 02). Die Auswertung und Nutzung des umfangreichen Datenschatzes der Expedition wird gerade in Bezug auf die numerische Wettervorhersage und Klimaforschung beim DWD fortgesetzt.

An entscheidender Stelle

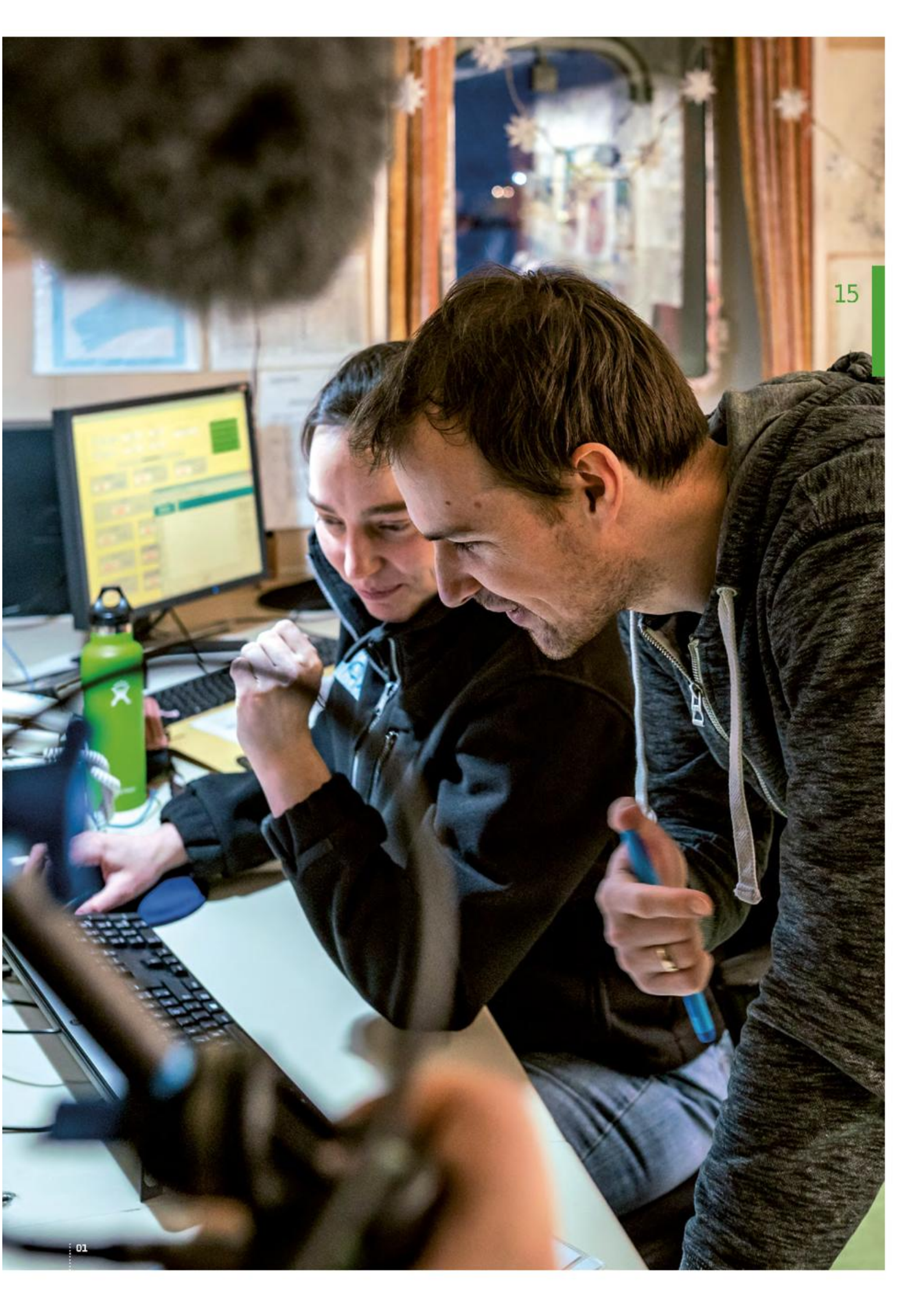
Der DWD war an entscheidender Stelle im Rahmen der MOSAiC-Expedition beteiligt. Insgesamt fünf DWD-Tandems, bestehend aus Wettertechnikern und Meteorolog*innen, sorgten dafür, dass sowohl wissenschaftliche Fahrtleitung als auch die Wissenschaftler*innen an Bord ihre Forschungseinsätze planen und durchführen konnten. So konnte, dank zahlreicher Kolleginnen und Kollegen im Hintergrund, auch die zusätzliche Herausforderung der Pandemie gemeistert werden.

Außerdem integrierte der DWD Wetterinformationen der Expedition in die Ausbildung des Meteorolog*innen-Nachwuchses. Eine DWD-Gruppe arbeitete eng mit Studierenden des südafrikanischen Wetterdienstes und der Russian State Hydrometeorological University an Themen wie Wetteranalyse oder Flugwetterberatung in der Arktis mit direktem Bezug zur Expedition. Berichte wurden im Wissenschaftsblog von EUMETSAT veröffentlicht.

So ist die Fotostrecke dieses Jahrbuchs der Expedition gewidmet. Der DWD-Wettertechniker Christian Rohleder verbrachte während des Fahrtabschnitts 3 coronabedingt mehrere Monate an Bord und hielt mit seinem fotografischen Auge ganz besondere Momente fest. Der Bordwetterdienst des DWD stellt einen Baustein innerhalb der umfangreichen Palette an maritimen Services dar, die der DWD teilweise weltweit erbringt. Diese Dienstleistungen werden auf der Vorderseite des Posters, das dem Jahrbuch beiliegt, dargestellt.

Wetter und Klima 2020

01 Endlich angekommen: Mit gut
..... drei Wochen Verspätung erreichte
die Mannschaft des Fahrtabschnitts 3
Ende Februar 2020 FS Polarstern. In
der DWD-Bordwetterwarte auf Polar-
stern übergibt Dipl.-Met. Julia Wenzel
an ihren Kollegen vom DWD aus Offen-
bach Dipl.-Met. Robert Hausen. Mit
dabei: Ein Filmteam der UFA, Potsdam,
das die gesamte Expedition begleitete
und dokumentierte.





01

01 Blick auf Polarstern während eines Helikopter-Fluges Mitte März: Der große freie Bereich rechts vom Forschungsschiff diente als eine Art Parkplatz für den Fuhrpark und hieß Logistic-Area. Hier wurden zunächst Geräte „geparkt“, die nicht jeden Tag zurück auf das Schiff gebracht werden mussten, wie beispielsweise Schneemobile.

Zweitwärmstes Jahr, drittes Jahr in Folge Frühjahrstrockenheit

2020 war das zweitwärmste Jahr in Deutschland seit Beginn systematischer Wetteraufzeichnungen. Im zurückliegenden Jahrzehnt trat eine Häufung sehr warmer Jahre auf und das Jahrzehnt war insgesamt 2 °C wärmer als die ersten 30 Jahre des Auswertungszeitraums (seit 1881). Im Jahr 2020 gab es in Deutschland das dritte Jahr in Folge eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit.

Deutschlandweite Temperatur

Mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,4 °C war 2020 das zweitwärmste Jahr in Deutschland seit 1881, mit geringem Abstand zu dem bisher wärmsten Jahr 2018 (10,5 °C) und knapp vor 2019 und 2014 (jeweils 10,3 °C). Im Vergleich zur Referenzperiode 1961 bis 1990 war das Jahr 2,2 Grad zu warm. Mit 2020 lagen neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland im 21. Jahrhundert, eine Jahresdurchschnittstemperatur größer 10 °C gab es in Deutschland erstmals 2014, seitdem traten solch hohen Werte insgesamt viermal auf.

Außer dem Mai 2020 waren in Deutschland 2020 alle Monate sowie alle Jahreszeiten wärmer als die vieljährigen Monats- und Jahreszeitenmittel 1961 bis 1990. Deutlich überdurchschnittlich waren die Monate Januar (+4 K), Februar (+4,9 K), April (+3 K) und August (+3,4 K). Der Winter 2019/2020 war der zweitwärmste Winter seit 1881 und 3,9 K wärmer als das vieljährige Wintermittel 1961 bis 1990. Nach den unterdurchschnittlichen Temperaturen im Mai sind mit Dezember 2020 erneut sieben Monate in Folge wärmer als die vieljährigen Monatsmittel 1961 bis 1990.

Temperaturrekorde der Bundesländer

Bundesland	Jahresmitteltemperatur (in °C)	Platzierung	Wert eingestellt von
Baden-Württemberg	10,2	2	-
Bayern	9,5	3	2019
Hessen	10,4	2	-
Mecklenburg-Vorpommern	10,4	2	-
Niedersachsen/Hamburg/Bremen	10,9	1	-
Nordrhein-Westfalen	11,1	1	-
Rheinland-Pfalz/Saarland	11	1	-
Schleswig-Holstein	10,5	1	2014
Sachsen	10,3	2	2018
Sachsen-Anhalt	11	1	-
Thüringen	9,9	1	2018

Bei den klimatologischen Kenntagen „Frosttage“ (Anzahl Tage mit $T_{\min} < 0\text{ °C}$) und „Eistage“ (Anzahl Tage mit $T_{\max} < 0\text{ °C}$) fallen die sehr niedrigen Platzierungen im Jahr 2020 auf. Aufgrund des sehr milden Winters 2019/2020 und Dezember 2020 gab es deutschlandweit die siebtniedrigste Anzahl an Frosttagen und mit im Mittel 3,7 Tagen die geringste Anzahl Eistage seit 1951. Bei den Kenntagen „Sommertage“ (Anzahl Tage mit $T_{\max} \geq 25\text{ °C}$, Platz 6) und „Heiße Tage“ (Anzahl Tage mit $T_{\max} \geq 30\text{ °C}$, Platz 7) ist die Platzierung des Jahres 2020 weniger deutlich ausgeprägt, da die positiven Temperaturanomalien über alle Jahreszeiten verteilt waren.

Temperaturen der Bundesländer

Mehrere Bundesländer insbesondere im Norden und Westen erlebten ihr bisher wärmstes Jahr bzw. stellten den bisherigen Rekord ein, lediglich in Bayern war 2020 mit $9,5\text{ °C}$ das bisher drittwärmste Jahr.

Langfristiger Trend der Temperatur in Deutschland

Seit den 1970er-Jahren ist in Deutschland jedes Jahrzehnt wärmer als das vorherige gewesen. Die Jahre 2011 bis 2020 waren das bisher wärmste Jahrzehnt seit Auswertungsbeginn 1881 und 2 K wärmer als die ersten dreißig Jahre (1881 bis 1910) des Auswertungszeitraums. Ähnlich wie bei Auswertungen globaler Temperaturdatensätzen zeigt sich auch für Deutschland ab ca. 1970 ein beschleunigter Anstieg der mittleren Temperaturen. Eine Trendberechnung der Temperaturentwicklung für den Zeitraum 1971 bis 2020 ergibt einen Temperaturanstieg von $0,38\text{ K}$ pro Dekade, während sich die Temperaturen in den Jahren 1881 bis 1970 nur um $0,06\text{ K}$ pro Dekade erhöht haben. Der Temperaturanstieg für den gesamten Beobachtungszeitraum 1881 bis 2020 beträgt $0,12\text{ K}$ pro Dekade.

Niederschlag

Die Gebietsniederschläge lagen im Jahr 2020 84 l/qm unter dem Mittel 1961 bis 1990, das ist in der Jahresbilanz ein Defizit von $-10,7\text{ Prozent}$. Allerdings war der Februar der zweitnasseste Februar seit 1881, diese weit überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen haben aber hauptsächlich geholfen, Defizite in den Speichern aus dem vorangegangenen Jahr 2019 zu füllen. Außer dem Winter 2019/2020 waren alle Jahreszeiten zu trocken.

Sonnenscheindauer

2020 war mit über Deutschland gemittelt 1986 Sonnenstunden das viertsonnenscheinreichste Jahr, das sind $22,8\text{ Prozent}$ mehr Sonnenstunden als das vieljährige Mittel 1961 bis 1990. Der April 2020 war der sonnenscheinreichste April und die Monate März, April und Mai das sonnenscheinreichste Frühjahr seit 1951.

Global

Nach Auswertungen von fünf internationalen Datensätzen durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) war 2020 auch global eines der zwei wärmsten Jahre seit Mitte des 19. Jahrhunderts. Die WMO nutzte die Daten von Copernicus Climate Change Service (C3S), Japan Meteorological Agency (JMA), Met Office (UK), NASA's Goddard Institute for Space Studies (NASA GISS) und National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). Die globale Durchschnittstemperatur im Jahr 2020 liegt etwa 1,2 °C über dem vorindustriellen (1850 bis 1900) Niveau. Die sechs wärmsten Jahre finden sich alle seit 2015.

Außergewöhnlich ist die globale Temperaturentwicklung 2020 insbesondere deshalb, da dieses Jahr trotz eines La-Niña-Ereignisses ein so warmes Jahr war. Rekordjahre fallen normalerweise mit El-Niño-Jahren zusammen, wie z. B. das bisherige wärmste Jahr 2016; La-Niña-Ereignisse haben eher einen abkühlenden Einfluss auf die globalen Temperaturen. Seit den 1980ern war global jede Dekade wärmer als die vorherige, mit dem Jahr 2020 endet das bisher wärmste Jahrzehnt (2011 bis 2020) seit Aufzeichnungsbeginn.

Mehrere europäische Wetterdienste melden, dass es sich bei 2020 um das wärmste Jahr im jeweiligen Land handelte*:

- Finnland: wärmstes Jahr seit Aufzeichnungsbeginn
- Schweden: wärmstes Jahr seit 1860
- Estland: wärmstes Jahr seit 1866
- Frankreich: wärmstes Jahr seit 1900
- Niederlande: mit 2014 wärmstes Jahr seit 1901
- Schweiz: mit 2018 wärmstes Jahr

01-04 Temperaturbezogene

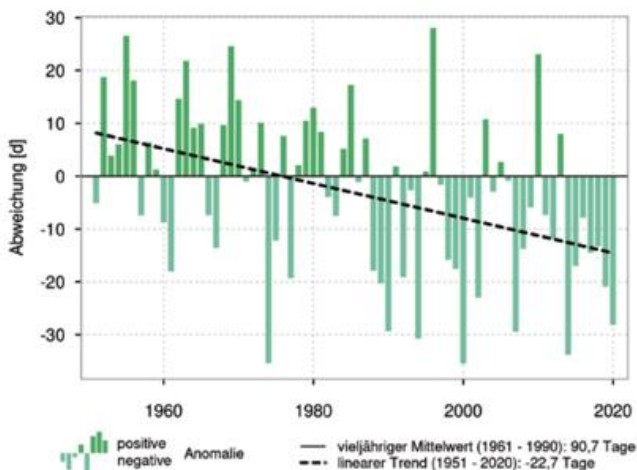
Kenntage 1951 bis 2020: Frosttage (Abb. 01), Eistage (Abb. 02), Sommertage (Abb. 03) und Heiße Tage (Abb. 04)

* Quellen siehe Seite 75

01

Anomalie der Anzahl der Frosttage

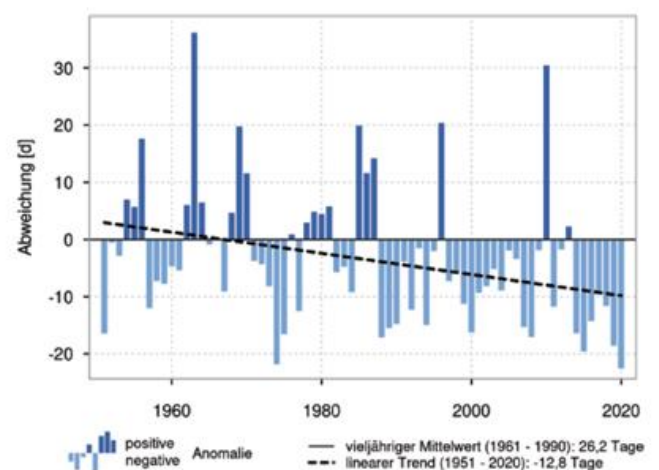
Deutschland Jahr, 1951 - 2020, Referenzzeitraum 1961 - 1990



02

Anomalie der Anzahl der Eistage

Deutschland Jahr, 1951 - 2020, Referenzzeitraum 1961 - 1990



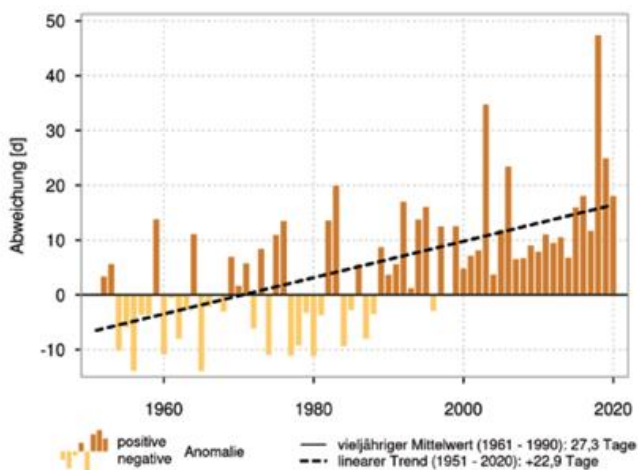
Wichtige globale Extremereignisse im Jahr 2020

- Rekordtemperaturen in der Arktis (z. B. ein neuer arktischer Temperaturrekord am 20. Juni 2020 mit 38 °C in Verkhoyansk, Sibirien). Laut einer Attributionsstudie mit DWD-Beteiligung hat der Klimawandel die sibirische Hitzewelle in der ersten Hälfte 2020 um 600 Mal wahrscheinlicher gemacht und sorgte für 1 bis 2 K höhere Temperatur-Maxima als ohne Klimawandel zu erwarten gewesen wäre. Die Rekordtemperaturen in der Arktis wurde von großflächigen Wald- und Buschbränden begleitet.
- Waldbrände in Kalifornien im Sommer 2020 aufgrund der sehr trockenen und heißen Bedingungen.
- Im Osten Australiens waren im Kontext von Hitzeperioden bis März 2020 vielfach starke Buschbrände zu verzeichnen. Auch im Herbst traten wieder großflächig Brände auf.
- Über 80 Prozent der Ozeanfläche erlebten im Jahr 2020 bisher mindestens eine marine Hitzewelle. Ein größerer Teil des Ozeans erlebte marine Hitzewellen, die als „stark“ (43 Prozent) eingestuft wurden bzw. als „moderat“ (28 Prozent). 2019 wurde der höchste Wärmehalt des Ozeans seit Beginn der Aufzeichnungen verzeichnet und die Erwärmungsrate der letzten zehn Jahre war höher als der langfristige Durchschnitt, was auf eine zunehmende Aufnahme von Wärme, verursacht durch den geänderten atmosphärischen Strahlungsantrieb, zurückgeht.
- In der Arktis war die Meereisausdehnung die zweitniedrigste seit Beginn der Aufzeichnungen und in den Monaten Juli und Oktober wurden jeweils die niedrigsten Meereisausdehnungen beobachtet. Die antarktische Meereisausdehnung blieb nahe dem vieljährigen Durchschnitt.
- Mit insgesamt 30 Hurrikannen im Atlantik wurde im Jahr 2020 ein neuer Hurrikan-Rekord aufgestellt (bisher 2005 mit 28 Hurrikannen). Ein wesentlicher Grund dafür war der warme Ozean in der Karibik (Voraussetzung für die Entstehung von Hurrikannen sind mind. 26,5 °C Meeresoberflächentemperatur).
- 2020 kam es in weiten Teilen Afrikas und Asiens zu Extremniederschlagsereignissen und großflächigen Überschwemmungen. Starke Regenfälle und Überschwemmungen betrafen große Teile der Sahelzone, das Große Horn von Afrika, den indischen Subkontinent und angrenzende Gebiete, China, Korea und Japan sowie Teile Südasiens. Große Teile Südamerikas waren von schweren Dürreereignissen betroffen, wobei die am stärksten betroffenen Gebiete Nordargentinien, Paraguay und die westlichen Grenzgebiete Brasiliens waren.

03

Anomalie der Anzahl der Sommertage

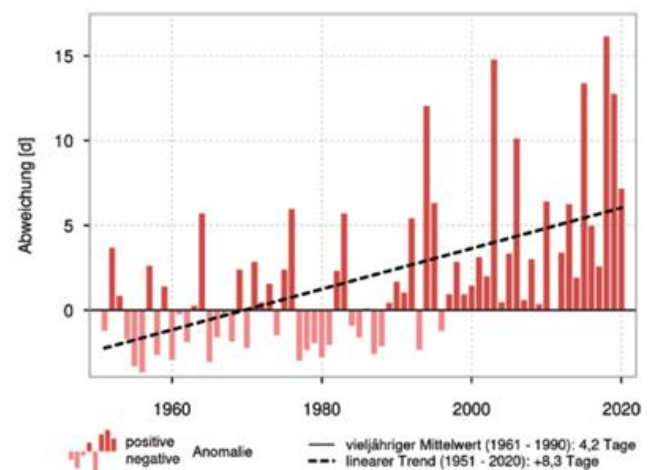
Deutschland Jahr, 1951 - 2020, Referenzzeitraum 1961 - 1990



04

Anomalie der Anzahl der Heißen Tage

Deutschland Jahr, 1951 - 2020, Referenzzeitraum 1961 - 1990



Land- und Forstwirtschaft: Auffällige Zunahme der Frühjahrstrockenheit

Die vergangenen drei Jahre wiesen bereits im Frühling ausgedehnte Trockenphasen auf, welche in der Landwirtschaft zu Schäden führten. Eine Häufung ausgeprägter Trockenheit im Frühjahr zeigte sich jedoch schon deutlich länger.

Kaum noch Aprilwetter

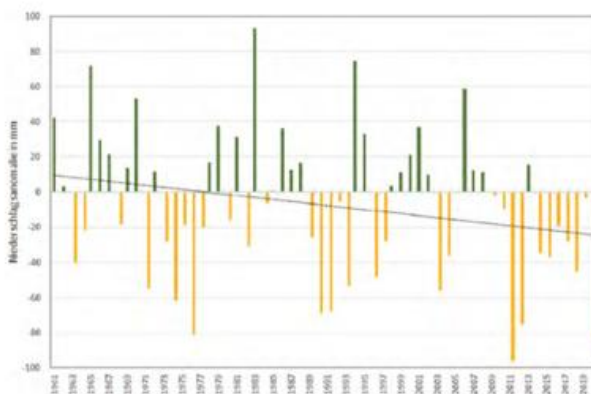
Die Aprilmonate der letzten Jahre brachten viel Sonnenschein und teils schon früh-sommerliche Wärme – kaum jedoch das kühle Schauerwetter, für das der Monat einmal bekannt war. Trends zu höheren Temperaturen und weniger Niederschlag wurden schon in den 1990er Jahren deutlich sichtbar. Die Serie außergewöhnlicher Aprilmonate begann jedoch 2007: Das Jahr brachte den bis dahin bei weitem sonnigsten und wärmsten April seit Aufzeichnungsbeginn, ähnlich

trocken war nur der April 1893. Der Temperaturrekord von 2007 wurde allerdings bereits 2009 und dann nochmal 2018 überboten; beim Sonnenschein ist nun 2020 neuer Rekordhalter. Sehr ungewöhnlich ist außerdem, dass seit 2007 fast alle Aprilmonate wärmer und trockener als das Mittel in der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990 waren.

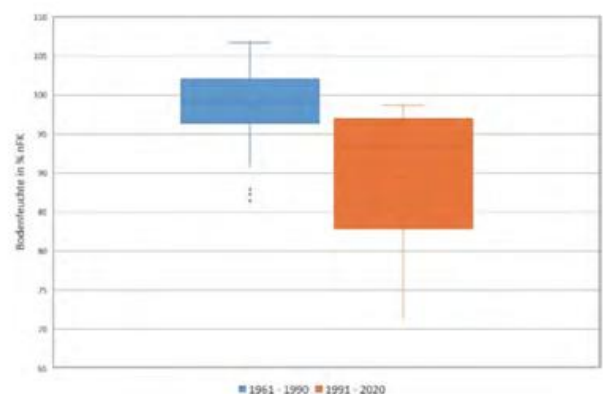
01 In den letzten Jahrzehnten nahm die über Deutschland gemittelte Niederschlagsmenge im Frühling (März bis Mai) deutlich ab, seit 2009 lag sie in fast jedem Jahr unter dem Mittel der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990.

02 Im Vergleich von jeweils um 10 Jahre verschobene 30-Jahres-Zeiträume nahm die Anzahl trockener Tage in Deutschland deutlich zu.

01



02



Der Frühling wird trockener

Nicht nur im April, sondern im gesamten meteorologischen Frühling, der auch März und Mai umfasst, zeigte sich in den vergangenen Jahrzehnten ein klarer Trend zu mehr Sonnenschein und Wärme. Damit nimmt die Verdunstung sowohl bei den Pflanzen als auch direkt aus dem Boden zu. Neben einem deutlichen Niederschlagsrückgang (siehe Abb. 01) sind dies die Ursachen für ein stärkeres Abtrocknen der Böden. Ein Vergleich der mittleren Bodenfeuchte im Zeitraum 1961 bis 1990 mit 1991 bis 2020 (siehe Abb. 02) zeigt, dass die Böden im Frühling im Mittel der letzten Jahrzehnte bereits deutlich trockener geworden sind.

Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft

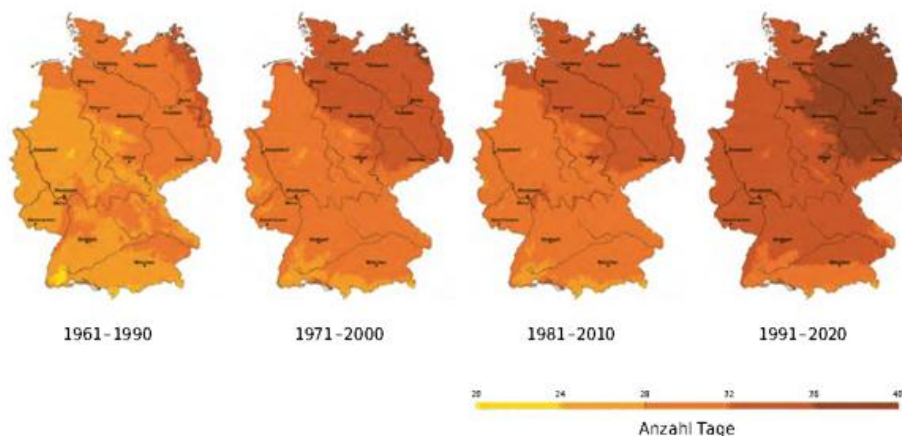
Die schnellere Abtrocknung des Bodens im Frühling hat den Vorteil, dass die Flächen mit schweren landwirtschaftlichen Maschinen früher ohne schädliche Bodenverdichtungen befahren werden können. Bei im Frühling auszusäenden Kulturen wie Sommergetreide, Mais oder Zuckerrüben ist es wünschenswert, frühere Saattermine nutzen zu können. Denn mit fortschreitender Jahreszeit steigt das Risiko, dass die obersten Bodenschichten bereits so stark ausgetrocknet sind, dass die jungen Pflanzen unter Trockenstress leiden oder sogar vertrocknen. Aber gerade Mais und Zuckerrüben sind spätfrostempfindlich, so dass der Vorteil eines frühen Saattermins gegen die dann höhere Spätfrostgefahr abgewogen werden muss. Bei anhaltender Frühjahrstrockenheit zeigte sich in den letzten Jahren, dass auch Wintergetreide trotz tiefer reichender Wurzeln unter Trockenstress gerät. Außerdem können die Nährstoffe der Frühjahrsdüngung bei ausgetrocknetem Oberboden die Wurzeln der Pflanzen nicht oder nur eingeschränkt erreichen. Als Folge davon bleiben die Bestände dünn und niedrig, Ertragseinbußen sind wahrscheinlich.

In der Forstwirtschaft sind längere Trockenphasen im Frühling vor allem im Zusammenspiel mit den vorangegangenen und folgenden Jahreszeiten problematisch. Ein trockenes Frühjahr allein würde der Wald gut verkraften, da sich die Bäume Wasser aus tieferen Bodenschichten erschließen. In den letzten drei Jahren ist allerdings unter den Wäldern keine Auffüllung der Bodenwasserreserven erfolgt, Trockenheitsschäden waren die Folge.

03 Die über Deutschland gemittelte Bodenfeuchte im Frühling lag im Zeitraum 1991 bis 2020 mit durchschnittlich 89,5 Prozent nutzbarer Feldkapazität (nFK) deutlich unter dem Wert von 98,5 Prozent nFK aus dem Zeitraum 1961 bis 1990. Außerdem nahm im Zeitraum 1991 bis 2020 die Streuung zwischen den einzelnen Jahren deutlich zu.

03

Tage ohne Niederschlag zwischen 15.03. und 15.05.



Die Serie trockener Jahre reißt nicht ab - 2020 aus agrarmeteorologischer Sicht

Bereits das dritte Jahr in Folge stellte die Trockenheit die Landwirte vor große Herausforderungen. Im Gegensatz zum Vorjahr waren jedoch die obersten Bodenschichten zumindest zum Start in die Vegetationsperiode bis in 60 cm Tiefe häufig gut durchfeuchtet.

01 Monatsmittelwerte und klimatologische Einordnung der Bodenfeuchte von Januar 2020 bis Dezember 2020 (0 bis 60 cm Tiefe, unter Gras, sandiger Lehm) in Prozent nutzbarer Feldkapazität (% nFK)

Ein nasser Ausklang des Winters 2019/2020

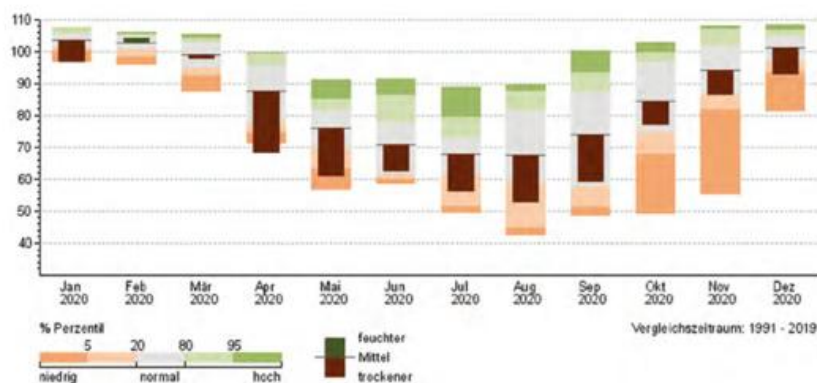
Während die Niederschlagssummen im Dezember 2019 und Januar 2020 unter den langjährigen Mittelwerten lagen, folgte der zweitnasseste Februar seit Beginn der Wetteraufzeichnungen und der einzige Monat im Jahr 2020, in dem die Monatsmittelwerte der Bodenfeuchte (0 bis 60 cm) über den langjährigen Werten lagen (siehe Abb. 01). Während die Bodenfeuchte in den westlichen Bundesländern verbreitet auf über 100 Prozent nutzbare Feldkapazität (nFK) anstieg, lagen die Werte vor allem in Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Sachsen und Thüringen häufig unter 100 Prozent nFK. Auch tiefer liegende Bodenschichten bis in 2 m Tiefe konnten – wie schon in den beiden Vorjahren – nicht überall aufgefüllt werden (siehe Abb. 02). Bei weit überdurchschnittlichen Temperaturen kam die Pflanzenwelt kaum zur Ruhe, so dass sowohl Dauergrünland, als auch die Winterungen zum Teil weiterwuchsen.

Im Frühling erneuter Umschwung hin zur Trockenheit

Nach unbeständigem Start folgte von Mitte März bis Ende April ein sehr trockener, teils sehr warmer, extrem sonnenscheinreicher und zeitweise windiger Witterungsabschnitt. Die obersten Bodenschichten (0 bis 30 cm) trockneten stark aus, während tiefere Schichten (30 bis 60 cm) noch gut durchfeuchtet waren. Dennoch lag die monatliche Bodenfeuchte im Deutschlandmittel im April in 0 bis 60 cm Tiefe mit nur 68 Prozent nFK so niedrig wie noch nie im Vergleichszeitraum seit 1991 (siehe Abb. 01). Die Folge waren Wintergetreidebestände mit Trockenstresssymptomen und verzögert auflaufende Sommerkulturen. Dafür spielten Pilzkrankheiten kaum eine Rolle. Im eher durchwachsenden Mai wurde die Trockenheit abgeschwächt. Vor allem in der Westhälfte und in der Mitte Deutschlands lagen die Bodenfeuchten allerdings nach wie vor weit unter dem vieljährigen Mittel. Wiederholte Kaltlufteinbrüche im April und Mai verlangsamten die Pflanzenentwicklung und führten regional zu Frostschäden an Obst und Wein, sowie in ungewöhnlich starkem Ausmaß auch an Wintergerste, die sich in der Blüte befand.

01

Klimatologische Einordnung der Monatsmittelwerte der Bodenfeuchte (Gras, sandiger Lehm) in % nFK Deutschland



Sommer 2020: durchwachsen aber dennoch häufig zu trocken

Der Sommer verlief insgesamt weniger extrem als seine beiden Vorgänger. Jedoch lag die Bodenfeuchte bereits zum Start in den Sommer nahezu flächendeckend weit unter dem vieljährigen Mittel. Im durchwachsenen und mäßig warmen Juni entspannte sich die Trockensituation leicht, aber bereits im Juli verschärfte sich die Lage erneut. Im August führte eine Hitzewelle bei Obst und Wein regional zu Sonnenbrandschäden. Um die Monatsmitte sorgten örtlich heftige Gewitter für Schäden, flächendeckende Niederschläge fielen aber erst zum Monatsende. Mit ihnen besserten sich die Bedingungen zur Rapsaussaat, teils konnten Mais und Zuckerrüben noch von den Niederschlägen profitieren. Die im Sommer über die Fläche gemittelt nur leicht unterdurchschnittlichen Niederschläge verhinderten vielerorts größere Ernteeinbußen, dabei waren jedoch die Unterschiede selbst auf kleinstem Raum sehr groß.

Der Herbst startete sommerlich

Im September verschärfte sich bei trockenem und sehr warmem Wetter die Bodenfeuchtesituation wieder. Vor allem in den mittleren Landesteilen waren die obersten Bodenschichten bis in 30 cm Tiefe stark ausgetrocknet. Hier lagen die Werte verbreitet unter 10 Prozent nFK, so dass die Wasserversorgung der bereits aufgegangenen Raps- und Wintergetreidebestände gebietsweise kritisch war. Auch Zuckerrüben und Mais litten unter Trockenstress. Erst der durchwachsene Oktober beendete die Trockenheit im Oberboden nachhaltig. Ein sehr trockener und milder November verhinderte allerdings, dass die Feuchtigkeit weiter in die Tiefe vordringen konnte.

Der Dezember startete zunächst leicht durchwachsen, während die letzte Dezemberdekade überdurchschnittlich nass ausfiel. So lag die Bodenfeuchte zum Ende des Jahres zwar noch unter den langjährigen Mittelwerten, allerdings über den Werten der beiden Vorjahre (siehe Abb. 03).

Nutzbare Feldkapazität (nFK)

Unter Feldkapazität (FK) versteht man die Wassermenge, die ein wassergesättigter Boden gegen die Schwerkraft halten kann. Dieser Grenzwert stellt sich in der Regel ca. zwei bis drei Tage nach völliger Wassersättigung ein, wenn das überschüssige Wasser in den Untergrund ver-

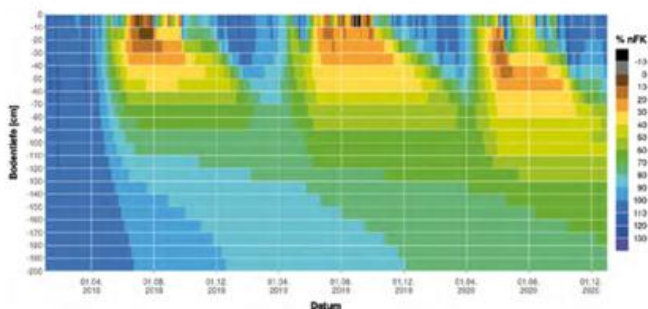
sickert ist. Da Pflanzen nicht das gesamte im Boden enthaltene Wasser nutzen können, wird die nutzbare Feldkapazität (nFK) als Maß für das pflanzenverfügbare Wasser verwendet. Die nutzbare Feldkapazität wird vom Deutschen Wetterdienst – sofern nicht anders angegeben – für die oberen 60 cm des Bodens berechnet.

02 Bodenfeuchteprofil bis in 2 m Tiefe in Prozent nutzbarer Feldkapazität (% nFK), berechnet für Erfurt-Weimar Flughafen (realer Boden am Standort) vom 01.01.2018 bis 31.12.2020

03 Verlauf der Bodenfeuchte im Jahr 2020 (% nFK, unter Gras, sandiger Lehm) für Deutschland im Vergleich zu den Jahren 2018, 2019 sowie zum langjährigen Mittel (1981 bis 2010)

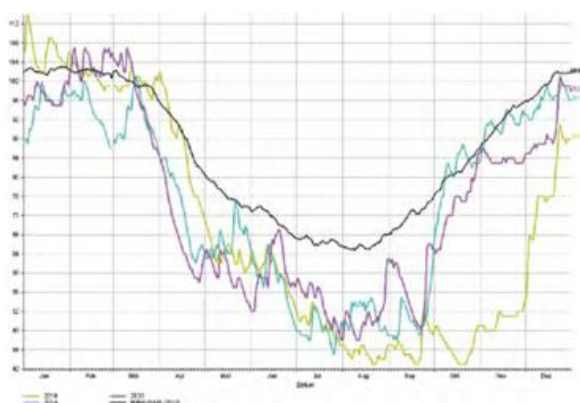
02

Berechnetes Bodenfeuchteprofil (Winterweizen) Erfurt-Weimar (Flughafen)



03

Bodenfeuchte 0-60 cm unter Gras bei sandigem Lehm in % nFK, Mittel für Deutschland Auswertung vom 01.01. bis 31.12. in den Jahren 1981 - 2020



SABINE: Extreme Sturmlage war schon Tage vorher angekündigt

Orkantief SABINE (in Westeuropa CIARA und in Norwegen ELSA benannt) löste am 9. und 10. Februar 2020 deutschlandweit Sturmböen bis Orkanstärke (12 Bft) aus.



01 Die Zugbahn des Orkantiefs SABINE vom 8. bis 11. Februar 2020

01

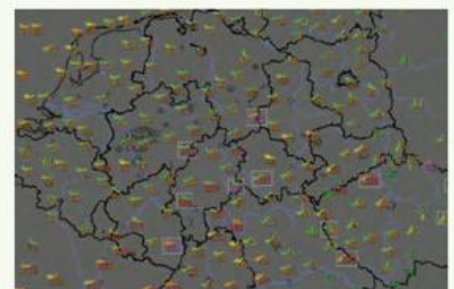
Die höchste Böe meldete der Feldberg im Schwarzwald am 10. Februar mit 49,1 m/s bzw. 177 km/h. Der Kern des Orkantiefs zog vom Atlantik kommend über Schottland nach Norwegen, wobei der Kerndruck zeitweise unter 945 hPa lag. Zwischen Nord- und Südeuropa bestanden Luftdruckunterschiede von etwa 80 hPa. Das dadurch generierte Sturmfeld erfasste weite Teile West-, Mittel- und Nordeuropas. In Deutschland war der Sturm, der sich von der Nordsee in Richtung Alpen ausweitete, von teils kräftigen Schauern und Gewittern begleitet. An der Nordsee gab es vom 10. bis 12. Februar mehrere teils schwere Sturmfluten.

02 Bodenanalyse vom 10. Februar 2020, 00 UTC: Der Kern des Orkantiefs SABINE befindet sich an der Westküste Norwegens.

03 Maximale Böen der letzten drei Stunden am 10. Februar 2020 um 03 UTC



02



03

Die extreme Sturmlage war schon Tage vorher angekündigt und es wurde von Tätigkeiten im Freien sowie Reisen während dieser Zeit abgeraten. Sport- und Musikveranstaltungen wurden vorsichtshalber abgesagt. Am 9./10. Februar stellte die Bahn in Deutschland den Verkehr zeitweise ein. Flüge und Fährverbindungen fielen aus. Viele Schulen und Kindergärten blieben am 10. Februar geschlossen. Der Sturm ließ in den betroffenen Ländern Bäume umstürzen und deckte Hausdächer ab. Auf den Britischen Inseln kam es zu Überschwemmungen. In einigen Regionen (auch in Deutschland) gab es Stromausfälle.

Wetterlage

Über dem Nordatlantik lag am Sonntag, 9. Februar 2020, ein umfangreiches Tiefdruckgebiet. An dessen Südflanke hatte sich ein kräftiges Randtief gebildet, welches unter Intensivierung über Schottland nach Norwegen zog und den Namen SABINE erhielt. Der Kerndruck des Tiefs lag zeitweise unter 945 hPa. An der Nordwestküste Norwegens erreichte er seinen Minimalwert von rund 943 hPa. Zwischen Nord- und Südeuropa ergaben sich Luftdruckunterschiede von etwa 80 hPa, woraus eine über mehrere Tage andauernde Sturmlage über West-, Mittel- und Nordeuropa resultierte. In Deutschland traten an der Nordsee erste schwere Sturm böen (10 Bft) am Sonntagmittag (9. Februar) auf. Das Sturmfeld weitete sich dann im Tagesverlauf und am folgenden Tag (10. Februar) Richtung Alpenraum aus, wobei die Kaltfront von Orkantief SABINE von Sonntagabend bis Montagvormittag Deutschland von Nordwest nach Südost überquerte. Im Bereich dieser Kaltfront wurden die höchsten Windspitzen erwartet. Nachfolgend ließ der Wind zwar im Allgemeinen etwas nach, doch es blieb auch in den folgenden Tagen stürmisch. An einigen Stationen wurden am 11. Februar sogar noch etwas höhere Spitzenböen gemessen als in den Tagen zuvor.

In Verbindung mit den anhaltend kräftigen Winden aus westlichen Richtungen kam es an der Nordsee vom 10. bis 12. Februar zu mehreren teils schweren Sturmfluten, wie z. B. in Hamburg. Im Bereich der Kaltfront von SABINE fielen kurzzeitig intensive Niederschläge, aber auch rückseitig der Front gab es noch einige kräftige Schauer. Insgesamt brachte SABINE Tagesniederschläge bis um 40 mm.

Warnmanagement

Mit den Vorabinformationen des DWD wurde schon am Freitag, 7. Februar 2020, begonnen. Seit Tagen lagen seitens der Modelle und probabilistischen Verfahren Hinweise auf ein extremes Sturmereignis vor. So wurden zunächst für den Nordwesten, am Nachmittag für weite Landesteile Vorabinformationen geschaltet.

Das Vorhersagemodell IFS des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) simulierte für den Sonntagabend und die Nacht zum Montag sehr konsistent fast flächendeckend schwere Sturm böen bis orkanartige Böen sowie einzelne Bereiche mit Orkanböen auch in tiefen Lagen. Das DWD-Modell ICON lag trotz ähnlichem Druckgradienten über Deutschland etwa 1 bis 2 Bft darunter. Der Höhepunkt des Sturms stand mit Kaltfrontpassage ab der Nacht zum Montag, 10. Februar, an, wenn die noch höheren Oberwinde (in 925 hPa bis über 110 km/h, in 850 hPa bis über 140 km/h) heruntergemischt werden könnten.

Am Samstagabend, 8. Februar, wurden für die zuerst von den orkanartigen Böen und Orkanböen betroffenen Regionen, wie Nordsee und das Umfeld sowie das Bergland, die ersten Unwetterwarnungen ausgegeben. Darüber hinaus gab es eine langlaufende (bis in den Dienstag, 11. Februar) markante Grundwarnungen vor Sturm böen. Gegen 9 Uhr am Sonntagmorgen (9. Februar) wurde im Nordwesten, gegen 11 Uhr bis zur Mitte und bis nach Sachsen und bis zur Pfalz vor orkanartigen und einzelnen Orkanböen gewarnt. Am Nachmittag wurde dann auch noch die „Lücke“ im Süden geschlossen sowie die Vorabinformation auf den Nordosten ausgedehnt, da es Anzeichen dafür gab, dass mit der Kaltfront auch dort die Unweterschwelle gerissen werden könnte. Mit Übergreifen der Kaltfront am Sonntagabend wurden im Nordwesten die ersten Gewitterwarnungen herausgegeben. Hier wurde klar nach der Prämisse gehandelt, die Gewitter als isoliertes Unwetterereignis (Böen 11 bis 12 Bft) zu bewarnen. In der Nacht zum Montag liefen nach Mitternacht zum einen die Küstenwarnung teils aus. Hinter der Kaltfront wurden die Unwetterwarnungen für die entsprechenden Gebiete aufgehoben.

04 Warnkarte für Wind, Stand früher Freitagabend

05 Warnkarte für den Wind/Sturm vom Samstagabend

04



05



Klimatologische Einordnung

Bereits in der ersten Januarhälfte 2020 gab es mehrere sehr kräftige Sturmtiefs über dem Nordostatlantik, die zeitweise einen Kerndruck unter 950 hPa aufwiesen. Am 7. Februar 2020 lag ein weiteres solches Tief (RUTH) über der Irmingersee (zwischen Grönland und Island). Zeitweise sank dessen Kerndruck auf Werte um 935 hPa. RUTH galt als steuerndes Tief für SABINE, d. h. an seiner Südflanke wurde SABINE nach Europa gelenkt.

Bei der Sturmaktivität über dem Nordatlantik und Europa spielt die sogenannte Nordatlantische Oszillation (NAO) eine entscheidende Rolle. Ist die Westwinddrift durch ein sehr kräftiges Islandtief und ein ausgeprägtes Azorenhoch verstärkt (stark positiver NAO-Index), so ist eine höhere Wahrscheinlichkeit für Stürme in Europa gegeben. Nach Feser und Tinz (2018)* zeigt der NAO-Index für die letzten über 100 Jahre starke Schwankungen auf Zeitskalen zwischen Jahren und mehreren Dekaden. In der Schlussfolgerung heißt es: „Stürme über dem Nordatlantik und Nordeuropa zeigen große dekadische Variabilität und auch deutliche Schwankungen von Jahr zu Jahr, ein stetiger Langzeittrend für die letzten hundert Jahre und länger ist jedoch nicht zu erkennen.“

* Quelle siehe Seite 75

Auswirkungen in anderen europäischen Ländern

Auch andere europäische Länder in West-, Mittel- und Nordeuropa hat Orkantief SABINE schwer getroffen. Verbreitet wurden Spitzenböen von mehr als 90 km/h erreicht, d. h. Windstärke 10 Bft und mehr. Mit 219 km/h wurde die höchste Windgeschwindigkeit an der Station Cap Corse (Frankreich) gemessen. Die Stationen Gütsch ob Andermatt (Schweiz) und Cairngorm Summit (Vereinigtes Königreich) meldeten jeweils 202 km/h als maximale Windspitze.

Wetterpatenschaften

Am Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin regte 1954 die damalige Studentin und spätere ZDF-Fernsehmeteorologin Dr. Karla Wege an, auch den Druckgebilden in Mitteleuropa Vornamen zu geben. Zur besseren Übersicht über die Wettersysteme in den Wetterkarten, wurden seitdem in alphabetischer Reihenfolge Tiefdruckwirbel mit weiblichen und Hochdruckgebiete mit männlichen Vornamen belegt. Seit der Jahrtausendwende wurde ein jährlich wechselnder

Turnus eingeführt, so dass Hochs und Tiefs abwechselnd weibliche und männliche Vornamen erhalten. Im November 2002 wurde schließlich die Aktion Wetterpate ins Leben gerufen. Mithilfe der Bevölkerung werden seitdem die alphabetischen Listen erstellt und mit den Einnahmen gleichzeitig die studentische Wetterbeobachtung an der Wetterstation 10381 (Berlin-Dahlem) unterstützt.

Unter www.met.fu-berlin.de/wetterpate/ sind alle Informationen zu Wetterpatenschaften zu finden.

01 Warnlage Wind von Sonntagmittag

02+03 Warnlage Wind (Abb. 02) und Gewitter (Abb. 03) von Sonntagabend

01



02



03





04

04 Während Polarstern an der Eisscholle festgefroren war, irrte sich nur einmal ein Eisbär in die Nähe des Schiffes. Der war jedoch ziemlich neugierig, inspizierte die Geräte in der Logistic-Area und wanderte durch MetCity. Dieses Bild mit dem sich abwendenden Eisbär entstand, als sich Polarstern Ende Mai bereits auf dem Weg nach Spitzbergen befand.

Neue Rekordhalter für die Höchsttemperatur in Deutschland

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat den am 25. Juli 2019 in Lingen im Emsland gemessenen deutschen Temperaturrekord von 42,6 Grad Celsius (°C) annulliert. Neue Rekordhalter sind nun gemeinsam die DWD-Wetterstationen Duisburg-Baerl und Tönisvorst mit am 25. Juli 2019 gemessenen 41,2 °C. Aktuelle Auswertungen von Parallelmessungen an der Wetterstation Lingen ergaben, dass es in einem sehr kleinen Bereich des Messfeldes bei bestimmten Wetterlagen insbesondere am frühen Nachmittag zu auffällig erhöhten Temperaturen kam.

Seit Anfang Juni 2020 hatte der DWD die Daten der Wetterstation Lingen nicht mehr veröffentlicht. Die Temperaturmessung in Lingen wurden dann ein halbes Jahr unter die Lupe genommen, auch durch parallele Messungen, und ältere Messungen unter diesem Gesichtspunkt erneut überprüft. Die Ergebnisse waren eindeutig: Seit 2017 traten am Messfeld der Station immer wieder Temperaturen auf, die für die Region nicht repräsentativ sind. Das war auch am 25. Juli 2019 so gewesen. Deshalb muss der in Lingen gemessene deutsche Rekordwert von 42,6 °C aus dem DWD Klimaarchiv gestrichen werden. Verantwortlich dafür war die in den vergangenen Jahren deutlich gewachsene Vegetation in direkter östlicher Nachbarschaft der Station. Sie behinderte immer wieder

bei Windrichtungen aus Nordosten bis Südosten den Luftaustausch. Das hatte insbesondere bei windschwachen, aber strahlungsintensiven Wetterlagen dann zu einer Abkopplung der lokalen Temperaturen am Messfeld der Station von der großräumigen Temperaturentwicklung geführt. Seit mehreren Jahren sucht der DWD in Lingen nach einem neuen Standort. Im Frühjahr 2021 soll die neue Station in Lingen-Baccum eröffnet werden. Bis dahin wird der DWD keine Messungen aus Lingen mehr veröffentlichen und zugleich die Daten seit 1. Januar 2017 aus seinen frei zugänglichen Angeboten entfernen.

Deutschlandwetter 2020

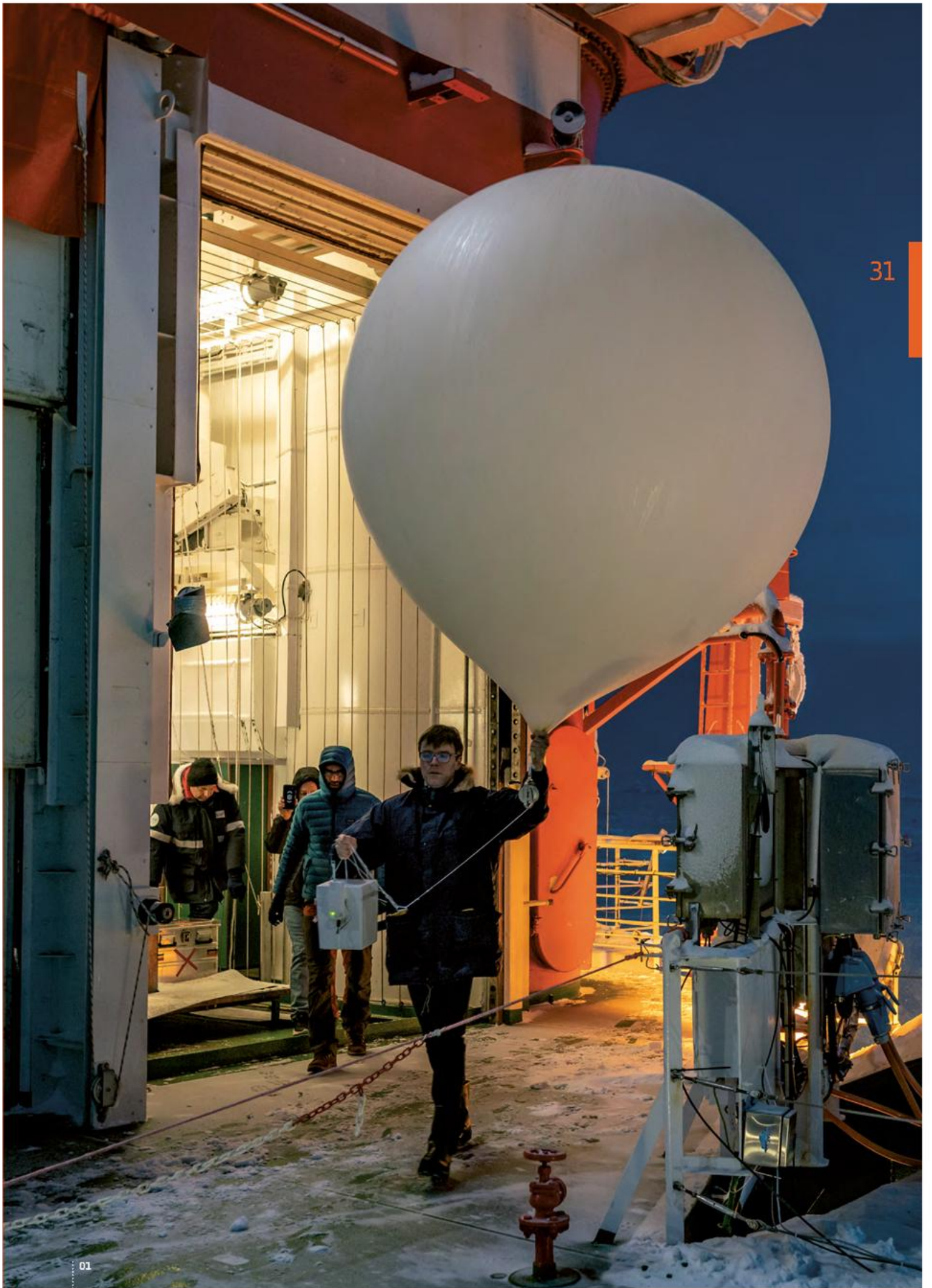
	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	3,5 (-0,5)	16,2 am 31. in Andernach	-18,9 am 19. auf der Zugspitze
Februar	5,3 (0,4)	21,5 am 16. in Müllheim	-18,6 am 5. auf der Zugspitze
März	5,3 (3,5)	22,3 am 12. in Garmisch-Partenkirchen	-18,3 am 26. auf der Zugspitze
April	10,4 (7,4)	26,5 am 17. in Waghäusel-Kirrlach	-15,1 am 14. auf der Zugspitze
Mai	11,9 (12,1)	29,0 am 22. in Kleve	-11,7 am 3. auf der Zugspitze
Juni	16,9 (15,4)	34,0 am 13. in Coschen bzw. Lindenberg	-5,9 am 8. auf der Zugspitze
Juli	17,7 (16,9)	38,5 am 31. in Rheinfelden	-6,6 am 7. auf der Zugspitze
August	20,0 (16,5)	38,6 am 9. in Trier-Petrisberg	-3,7 am 4. auf der Zugspitze
September	14,8 (13,3)	34,8 am 15. in Trier-Petrisberg	-10,9 am 26. auf der Zugspitze
Oktober	10,2 (9,0)	24,6 am 13. bzw. 14. in Kiefersfelden-Gach	-12,4 am 13. auf der Zugspitze
November	6,2 (4,0)	24,0 am 2. in Bad Dürkheim	-16,1 am 20. auf der Zugspitze
Dezember	3,8 (0,8)	20,2 am 20. in Piding	-19,6 am 26. auf der Zugspitze
Winter 2019/20	4,2 (0,2)	21,5 am 16.2. in Müllheim	-18,9 am 19.1. auf der Zugspitze
Frühling	9,2 (7,7)	29,0 am 22.5. in Kleve	-18,3 am 26.3. auf der Zugspitze
Sommer	18,2 (16,3)	38,6 am 9.8. in Trier-Petrisberg	-6,6 am 7.7. auf der Zugspitze
Herbst	10,4 (8,8)	34,8 am 15.9. in Trier-Petrisberg	-16,1 am 20.11. auf der Zugspitze
Jahr	10,4 (8,2)	38,6 am 9.8. in Trier-Petrisberg	-19,6 am 26.12. auf der Zugspitze

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

Niederschlag in l/m ²	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
40,5 (60,8)	59,2 (43,6)	sehr milder Monat, in dem der Winter in den meisten Gebieten ausfiel
124,1 (49,4)	64,0 (71,5)	zweitwärmster und zweitnassester Februar seit Beobachtungsbeginn
50,9 (56,5)	175,8 (111,2)	milder und niederschlagsreicher Monatsbeginn, Witterungswechsel zur Monatsmitte, unter Hochdruckeinfluss sehr sonnig mit kalter Nordostströmung
16,3 (58,2)	292,4 (153,7)	sonnenscheinreichster Aprilmonat und extrem trocken
38,4 (71,1)	240,5 (201,6)	mal wieder ein Monat, der kälter ist als im vieljährigen Mittel der Jahre 1961 – 1990
90,9 (84,6)	214,7 (203,3)	typisch mitteleuropäisches Sommerwetter, sehr wechselhaft mit viel Regen, aber auch sonnigen Abschnitten
51,8 (77,6)	232,9 (210,7)	sehr angenehmer Sommermonat ohne große Hitze
85,5 (77,2)	221,6 (199,5)	von Monatsbeginn an ausgeprägte Hitzewelle, zweitwärmster August
50,0 (61,1)	207,1 (149,6)	sechster Monat infolge mit mehr als 200 Stunden Sonnenschein
78,4 (55,8)	67,5 (108,5)	mal wieder ein Monat mit etwas überdurchschnittlichem Niederschlag
20,7 (66,3)	85,7 (52,8)	sehr trockener und sonnenscheinreicher Herbstmonat
58,8 (70,2)	59,0 (38,0)	nach sehr milder Phase ab der Monatsmitte Wintereinbruch, besonders im Bergland nach Weihnachten
222,1 (180,7)	182,1 (152,9)	zweitwärmster Winter seit Beobachtungsbeginn (wärmster Winter 2006/2007)
105,6 (185,9)	708,7 (466,6)	sehr trockene Jahreszeit mit einem neuen Sonnenscheinrekord
228,2 (239,4)	669,3 (613,5)	recht wechselhafter Sommer, der erst im August richtig heiß wurde
149,0 (183,3)	360,3 (310,9)	drittwärmster Herbst seit 1881, ohne große Sturmereignisse bzw. ohne nachhaltigen Wintereinbruch
704,9 (788,9)	1.896,0 (1.544,0)	nach 2018 zweitwärmstes Jahr, vor allem in der Vegetationsperiode sehr trocken, viel Sonnenschein im Jahresverlauf

Im Rückspiegel

01 Der „Fahrstuhl“ durch die Atmosphäre: Je nach Forschungsaktivitäten wurden bis zu acht Mal täglich Radiosonden von Polarstern aus in die Atmosphäre gestartet. Dies war mit eine der Aufgaben des DWD-Wettertechnikers an Bord. Bei ihrem Weg durch die Atmosphäre bis meist über 30 km Höhe liefern die Instrumente der Radiosonden meteorologische Echtzeitinformationen. Diese Daten sind für die Wettervorhersage auf Polarstern unerlässlich.



Wettervorhersage in Zeiten von Corona

Zahlreiche Flugzeuge weltweit messen während ihrer Start- und Landephase Luftdruck, Lufttemperatur und Wind sowie einige wenige auch die Luftfeuchte und übermitteln diese meteorologischen Daten an die nationalen Wetterdienste – so auch an den DWD. Diese in nahezu Echtzeit vorliegenden Daten ergeben sogenannte Vertikalprofile der Atmosphäre, die für die Wettervorhersage und damit auch das Warnmanagement verwendet werden. Mit dem Lockdown Mitte März 2020 in Deutschland blieben die meisten Flugzeuge am Boden. In kurzer Zeit sank die Zahl der Wetterbeobachtungen durch Flugzeuge über Mitteleuropa von rund 350.000 am Tag auf teilweise unter 50.000. Die Flugzeuge, die zusätzlich noch die Daten zur Luftfeuchte ermittelten, starteten gar nicht mehr, hier fiel die Zahl der Messungen auf null. Rund 80 Prozent der Flugzeugmessungen fehlten.

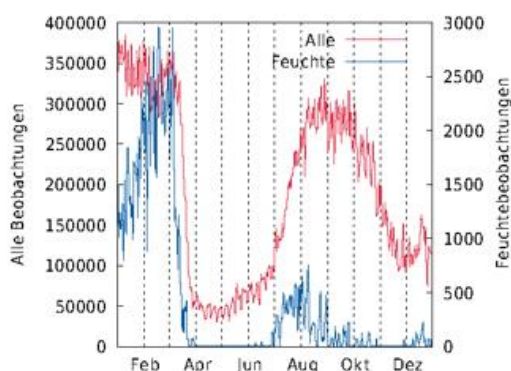
Um diesen Datenverlust für die Wettervorhersage zumindest teilweise auszugleichen, führte der DWD an vier seiner insgesamt zehn aerologischen Stationen in Deutschland umgehend zusätzliche Radiosondenstarts ein. Ab Mitte April konnte über das Global Navigation Satellite System **GNSS** mithilfe eines besonderen Verfahrens die Informationen zur Luftfeuchte abgeleitet und in das globale Wettervorhersagesystem des DWD integriert werden. Ab Mitte Mai bzw. Juni kamen weitere Datenquellen dazu: Waren bisher nur die Informationen der **Radiosondenaufstiege** bis zu einer Höhe von gut 30 Kilometern, in der der Wetterballon schließlich platzte, genutzt worden, wurden nun auch die **Informationen beim Sinkflug der Radiosonden** ausgewertet. Außerdem konnten die Windmessungen des europäischen Forschungssatelliten **Aeolus** in die Wettervorhersagemodelle des DWD einbezogen werden. Aeolus liefert präzise Winddaten genau aus dem Bereich der Atmosphäre, in dem sich die europäische „Wetterküche“ befindet. Mit jeder Erdumrundung erzeugt der Satellit ein neues Daten-

band um die Erde, das etwa 80 Kilometer breit ist und vom Boden bis in 30 Kilometer Höhe reicht. So füllten diese Aeolus-Daten einige weiße Flecken im globalen meteorologischen Beobachtungssystem. Die Nutzung der **3D-RADAR**-Volumenmessungen (Radialwinde und Reflektivitäten) im regionalen numerischen Wettervorhersagesystem des DWD seit Mitte 2020 brachte weitere deutliche Verbesserungen.

Im Allgemeinen haben die meteorologischen Messungen von Flugzeugen einen großen positiven Einfluss auf die Vorhersagequalität numerischer Wettervorhersagen. Sensitivitätsstudien am europäischen Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersagen haben ergeben, dass sich die Vorhersagequalität bis zu 15 Prozent verschlechtert, wenn man auf alle global gemessenen Flugzeugbeobachtungen verzichtet. Glücklicherweise konnte auf Grund der genannten umfangreichen Maßnahmen zur Kompensation der fehlenden Flugzeugmessungen über Europa keine signifikante Verschlechterung der Vorhersagequalität festgestellt werden.

01

Gesamtzahl in Mitteleuropa



01 Im März 2020 sank die Zahl der Wettermeldungen von Flugzeugen über Mitteleuropa von gut 350.000 pro Tag auf teilweise unter 50.000. Erst mit Beginn der Sommerferien stieg die Anzahl deutlich, ehe sie ab Oktober/November wieder zurückging.

02 „Miss Piggy“ im Einsatz: Bis zu 1.600 Meter Höhe kann der „Miss Piggy“ getaufte Fesselballon Messungen über mehrere Stunden hinweg durchführen und so wichtige Daten in der unteren Atmosphäre sammeln.



Corona-Lockdown, Stickoxide und Ozon

Weniger Verkehr in der Zeit des Corona-Lockdown im März/April 2020 ließ niedrigere Stickoxid-Konzentrationen in Städten erwarten. Aber erst nach Abtrennung der meteorologischen Einflüsse zeigt sich die Verbesserung der Luftqualität durch den Lockdown. In insgesamt 48 deutschen Städten mit über 100.000 Einwohnern gingen die Stickoxide (NO_x) um ca. 30 Prozent zurück, wie eine gemeinsame Analyse von Deutschem Wetterdienst (DWD) und Umweltbundesamt (UBA) auf Basis der Daten aller Luftmessstationen in Deutschland zeigt.

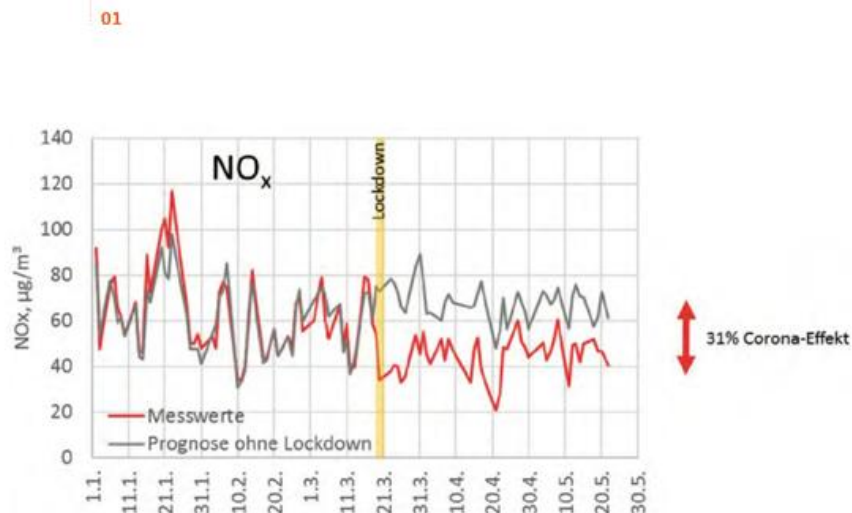
Verkehrsemissionen und meteorologische Bedingungen

Die Stickoxid-Konzentrationen werden maßgeblich geprägt durch die Verkehrsemissionen, aber auch durch meteorologische Bedingungen, die deren „Abtransport“ beeinflussen. Im Februar/März 2020 traten ungewöhnlich hohe Windgeschwindigkeiten auf, die eine starke Verdünnungswirkung in den Städten entwickelten und zu ungewöhnlich niedrigen Stickoxid-Konzentrationen führten. Ab Mitte März, mit dem Beginn des ersten Lockdown, kam es gleichzeitig zu geringen Windgeschwindigkeiten, was normalerweise einen Anstieg der Stickoxide bewirkt hätte, und Emissionsminderungen durch den Lockdown: In der Summe änderten sich die NO_2 -Konzentrationen in verschiedenen Regionen Deutschlands nur zwischen minus 12 und plus 4 Prozent im Vier-Wochen-Mittel. Allein aus den Konzentrationsverläufen ist kein klarer Corona-Effekt erkennbar. Erst die Abtrennung der „verschleiern“ meteorologischen Einflüsse zeigt die Minderung durch den Lockdown. Neben dem Wind beeinflusst vor allem die Temperatur die Konzentration der Stickoxide und damit die Luftqualität.

Stickoxid-Minderungen im Bereich von 30 Prozent

In der gemeinsamen Auswertung wurden fünfjährige Zeitreihen (2015 bis 2020) mit den ersten beiden vierwöchigen Corona-Lockdown-Phasen (23. März bis 19. April 2020 und 20. April bis 17. Mai 2020) verglichen. Ergebnis: In den ersten vier Wochen des Lockdown nahmen die Konzentrationen von NO_x um 31 ± 8 Prozent und 22 ± 6 Prozent bei NO_2 ab. In der zweiten Phase des Lockdown waren die Minderungen bedingt durch die wieder zunehmende Verkehrsaktivität schwächer.

01 Minderung der Stickoxide während des Lockdown im Frühjahr 2020, nachdem die „verschleiern“ meteorologischen Einflüsse abgetrennt worden waren.



Ozon

Ozon ist ein wichtiges Spurengas in der Erdatmosphäre. Rund 90 Prozent des Ozons befindet sich in der stratosphärischen Ozonschicht zwischen 10 und 50 km Höhe. Diese Ozonschicht schützt als natürliche „Sonnenbrille“ das Leben auf der Erdoberfläche, indem sie harte und gefährliche UV-Strahlung von der Sonne fast völlig blockiert. Ausreichend Ozon in der Stratosphäre ist grundlegend wichtig für das Leben auf der Erde.

Rund 10 Prozent des Ozons befinden sich in der Troposphäre, d. h. vom Boden bis in 10 km Höhe. In der Troposphäre ist Ozon ein wichtiges Treibhausgas. Als starkes Oxidationsmittel kann es bei höheren Konzentrationen zu Reizung und Schädigung der Atemwege von Menschen und Tieren führen, bei Pflanzen zu Schädigungen und Ernteausfällen.

Der Idealzustand wäre: viel Ozon in der Stratosphäre und wenig Ozon in der Troposphäre. Menschliche Aktivitäten haben jedoch in den letzten hundert Jahren zu einem weltweiten Rückgang des stratosphärischen Ozons und zur Zunahme des

troposphärischen Ozons geführt. Beim stratosphärischen Ozon hat das weltweite Verbot der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) durch das Montrealer Protokoll 1987 eine langsame Erholung der Ozonschicht seit etwa 2000 eingeleitet, die aber noch 50 bis 100 Jahre brauchen wird. Beim troposphärischen Ozon haben Entstickung von Kraftwerken oder die Einführung von Katalysatoren die vorherige starke Zunahme in der westlichen Welt seit den 1990er Jahren weitgehend gestoppt. Stickoxid-Emissionen, wie beispielsweise von älteren Dieselfahrzeugen, sind aber nach wie vor ein Problem.

Auswirkungen auf das troposphärische Ozon der Nordhalbkugel

Ozon in der Troposphäre wird zum größten Teil photochemisch aus Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen und Sonnenlicht erzeugt. Die erheblichen Emissionsminderungen durch die weltweiten Corona-Lockdowns sollten demnach in der relativ sauberen Luft der freien Troposphäre zu weniger Ozon führen.

Unter Federführung des DWD konnte eine wissenschaftliche Studie diesen erwarteten Ozonrückgang jetzt nachweisen: Messungen an insgesamt 45 Stationen weltweit mit Ballonsonden, Infrarot-Spektrometern und Lidaren zeigen, dass infolge der Corona-Lockdowns der Ozongehalt der freien Troposphäre auf der Nordhalbkugel im Frühjahr und Sommer 2020 gegenüber den Vorjahren um sieben Prozent im Mittel gesunken ist.* So wenig troposphärisches Ozon an so vielen Stationen wurde in den letzten 20 Jahren nicht gemessen, am Hohenpeißenberg z. B. zuletzt im Jahr 1976!

Die Corona-Emissionsminderungen waren (und sind) ein ungeplanter weltweiter „Großversuch“. Das kann das wissenschaftliche Verständnis der chemischen Prozesse in der Troposphäre weiter verbessern. Vergleiche von Simulationen chemischer Atmosphärenmodelle mit Beobachtungen liefern wichtige Erkenntnisse zu den genauen Auswirkungen der Corona-Lockdowns, z. B. Auswirkungen der über das ganze Jahr 2020 massiv reduzierten Emissionen aus Flugverkehr. Verbesserte Simulationen helfen aber auch bei der Planung und Bewertung zukünftiger Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen.

Die Komplexität des Problems zeigt sich unter anderem in Ballungsgebieten mit stark verschmutzter Luft. Dort wurde weltweit eine Zunahme bodennaher Ozonwerte infolge der Lockdowns beobachtet, trotz großer lokaler Emissionsreduzierungen. In verschmutzter Luft nahe den Emissionsquellen zerstört Stickoxid nämlich Ozon, die Reduzierung von Stickoxid-Emissionen führt dann zu mehr Ozon! Im Gegensatz dazu führt in quellferner Luft, z. B. in der freien Troposphäre, weniger Stickoxid auch zu weniger Ozon – so wie jetzt an 45 Stationen auf der Nordhalbkugel beobachtet.

* Quelle siehe Seite 75

Gemeinsam durch die Pandemie

Anfang 2020 schaute Deutschland auf Nachrichten aus China und europäischen Ländern wie Italien und Spanien, wo sich das neuartige Corona-Virus sprunghaft ausbreitete. Der DWD-Vorstand reagierte schnell auf die neue Entwicklung. Schon Ende Februar nahm zur Unterstützung des DWD-Vorstands das Pandemievorsorgeteam seine Arbeit beim DWD auf. Dessen Aufgabe: Die sich permanent ändernden Entwicklungen intensiv zu beobachten und zum Schutz der Belegschaft Vorsorgemaßnahmen vorzubereiten. Zum Team gehörten Beschäftigte aus dem Liegenschaftsmanagement, Personalwesen, der IT, Organisation, Kommunikation, Arbeitssicherheit und des Gesundheits- und Krisenmanagements. Die zügige Bildung des Gremiums stellte die Weichen für eine erfolgreiche Bewältigung der Pandemie, denn aufgrund der Dynamik der Entwicklung musste die Situation gerade in den ersten Monaten fast täglich neu bewertet und Entscheidungen zügig getroffen werden.

In der täglichen Praxis ging es beispielsweise um Hygienemaßnahmen, Quarantäneregeln, technische Ausstattung und Möglichkeiten des mobilen Arbeitens. Das Team erstellte zudem Notfalllisten und identifizierte die kritischen Bereiche, in denen besondere Schutzmaßnahmen ergriffen werden mussten, wie etwa die Vorhersage- und Beratungszentrale und das Deutsche Meteorologische Rechenzentrum. Einen hohen Stellenwert für das Pandemievorsorgeteam hatte die Kommunikation mit den Beschäftigten. Es wurden u. a. eine Telefonsowie eine E-Mail-Hotline und ein täglich aktualisierter Ticker im Intranet eingerichtet.

Dem DWD kam besonders zugute, dass Vorstand und Personalvertretungen rund ein Jahr vor Krisenbeginn neue Vereinbarungen zum mobilen Arbeiten getroffen hatten, die dann zügig ausgeweitet wurden. Dadurch konnte schon früh ein Großteil der Belegschaft vom heimischen Schreibtisch aus arbeiten. Damit und durch zahlreiche Vorsorgemaßnahmen wie effektive Hygienestandards wurde bereits zu Beginn der Pandemie ein hoher Schutz im DWD etabliert.

Ab Spätsommer stiegen die Infektionszahlen erheblich an. Die verschiedenen regionalen Entwicklungen und die unterschiedlichen Landesregelungen waren für den DWD mit Standorten in der gesamten Bundesrepublik eine Herausforderung. Mit Augenmaß und abgestimmten Lösungen wurde auch diese Schwierigkeit bisher gut gemeistert. Besonders bewährt hat sich die enge Zusammenarbeit zwischen Niederlassungs- und Standortleitern mit Vorstand und Pandemievorsorgeteam. Es gab im Jahr 2020 nur wenige aktive Corona-Fälle, die Prozesse haben sich auch unter den Bedingungen des mobilen und digitalen Arbeitens bewährt. Der Deutsche Wetterdienst konnte seinen gesetzlichen Auftrag jederzeit erfüllen. Die Leistungen rund um Wetter und Klima standen stets verlässlich und in der gewohnten Qualität zur Verfügung.

01 Kurz vor Ende der Polarnacht: Das UFA-Filmteam positioniert eine Kamera neben der zuvor auf der Scholle angelegten Landebahn, durch die bereits ein Riss geht.





02

Neuer Hochleistungsrechner für den DWD

Im September 2020 wurde die gesamte Vorhersageproduktion des DWD erfolgreich auf einen neuen Hochleistungsrechner migriert. Die Vorbereitungen dieses Projektes begannen bereits 2017 mit der Erfassung der fachlichen Anforderungen und der Beantragung der notwendigen Haushaltsmittel. Im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung wurde dann ab Ende 2018 nach einer Nachfolge für den seit 2013 benutzten Cray Hochleistungsrechner gesucht. Mitte 2019 wurde der Vertrag mit der japanischen Firma NEC über die Lieferung eines im Endausbau sechsmal schnelleren Hochleistungsrechners geschlossen.

03 Anlagen zur Warmwasserkühlung des neuen Hochleistungsrechners

04 Gedoppeltes System: Back-up-System für den Rechner des Deutschen Meteorologischen Rechenzentrums Offenbach in Ludwigshafen

02 Brigadegeneral Dipl.-Ing. Peter Webert, Kommandeur des Zentrums für Geoinformationswesen der Bundeswehr und Leiter des Geoinformationsdienstes

der Bundeswehr (links) und Prof. Dr. Gerhard Adrian, Präsident DWD und WMO (rechts), nehmen im Herbst den neuen Hochleistungsrechner in Betrieb.

Der neue Supercomputer der DWD bezieht seine Leistung aus speziellen Vektorprozessoren, die insbesondere die mathematischen Berechnungen der Wettervorhersagemodelle schneller und effizienter durchführen können. Für die Kühlung der Rechanlage setzt der DWD erstmals auf eine Warmwasserkühlung. Jeder einzelne Rechenprozessor wird von etwa 40 Grad warmen Wasser umspült und so vor einer Überhitzung bewahrt. Die vergleichsweise hohe Kühlwassertemperatur erlaubt es, ganzjährig das System ohne den Einsatz von Kältemaschinen über die normale Außenluft zu kühlen. Dies führt zu einer erheblichen Energieeinsparung und somit zu einer „grünere“ Wettervorhersage.

Erstmals kann der DWD mit seinem neuen Hochleistungsrechner auch seine Leistungen gegen großräumige Schadensereignisse absichern, denn die beiden Teile des Doppelsystems stehen 70 km voneinander entfernt. Ein System befindet sich im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum der Offenbacher DWD-Zentrale, das andere in Ludwigshafen am Rhein. Eine sehr schnelle Datenverbindung zwischen beiden Rechenzentren stellt sicher, dass von beiden Standorten aus alle Vorhersageprodukte erstellt und zeitgerecht an die Kunden geliefert werden können.

Mit der hinzugewonnenen Rechenleistung soll das Vorhersagesystem des DWD im Bereich der Kurzfristvorhersage weiter ausgebaut und die räumliche und zeitliche Auflösung der Modelle verfeinert werden. Genutzt wird das neue Rechnersystem auch vom Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw), mit dem der DWD seit 2004 bei der Erbringung meteorologischer Leistungen eng zusammenarbeitet. DWD und ZGeoBw werden zusammen bis 2024 über 60 Millionen Euro in die gemeinsame meteorologische IT-Infrastruktur investieren.

03



04



WarnWetter-App interaktiv: Bürger*innen melden Wetterereignisse

Seit Ende Juli 2020 können Nutzerinnen und Nutzer der Vollversion der DWD-WarnWetter-App ihre eigenen Beobachtungen zu Wetterereignissen und deren Auswirkungen an den DWD übermitteln. Damit hat der DWD einen neuen Kanal für Wetterdaten erschlossen und eine der nutzerstärksten Crowdsourcing-Aktionen Deutschlands ins Leben gerufen. Bereits kurz nach dem Start der neuen Funktionalität gingen am 2. August mehr als 26.000 Meldungen innerhalb von 24 Stunden beim DWD ein. Auch über die anfänglichen Spitzenwerte hinaus hat sich die Zahl der Meldungen auf einem hohen Niveau von über 2.000 pro Tag stabilisiert, bei kritischen Wetterlagen werden deutlich höhere Werte erreicht.

Berücksichtigung für zielgerichtetes Warnmanagement

Die Einbindung von Bürger*innen stellt damit eine äußerst wertvolle Ergänzung des Messnetzes dar. Neben schwer zu messenden meteorologischen Phänomenen wie Hagel oder Schneehöhen können so insbesondere erstmals die Auswirkungen des Wetters vor Ort systematisch erfasst werden. Die Nutzermeldungen der WarnWetter-App enthalten eine standardisierte Auswahl von Wetterphänomenen und ihre Ausprägung, es können auch zusätzliche Parameter, Kommentare und sogar Bilder übermittelt werden.

Nach einer automatischen Plausibilitätsprüfung werden die Meldungen unmittelbar für die Nutzer*innen in der WarnWetter-App dargestellt. Die Meteorolog*innen im Vorhersage- und Warndienst des DWD haben direkten Zugriff auf die Informationen und können sie so zum zielgerichteten Warnen mitberücksichtigen. Für Leitstellen der Katastrophenschutzeinrichtungen stehen die Meldungen im Lagesystem FeWIS zur Verfügung, um so eine bessere Einschätzung der Situation vor Ort zu ermöglichen. Darüber hinaus werden im DWD derzeit noch vielfältige Verwendungsmöglichkeiten für die Daten untersucht, beispielsweise in der Assimilation zur numerischen Wettervorhersage und der Kurzfristvorhersage, der Weiterentwicklung der Beratungsverfahren, der Verifikation und bei der Erstellung von Gutachten.

Datenschutzkonform

Alle gewonnenen Daten werden durch den DWD zur Qualitätssicherung und für weitere Auswertungen permanent archiviert. Die datenschutzkonforme Erhebung und Speicherung sowie eine juristisch sichere Grundlage für die Nutzung der neuen Daten waren bei der Entwicklung von besonderer Bedeutung. Hierbei konnte ein Konzept umgesetzt werden, in dem der DWD keine persönlichen Daten speichert, aber andererseits vollumfängliche Nutzungsrechte an den Daten erhält.

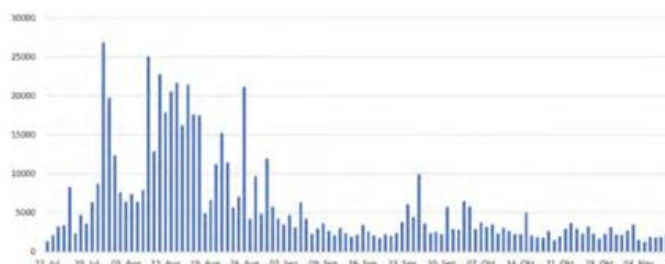
Im internationalen Kontext mit anderen europäischen Wetterdiensten strebt der DWD eine standardisierte Qualitätssicherung und den Austausch von Meldungen in Echtzeit an – schließlich macht Wetter nicht an Ländergrenzen halt. Ein zentrales Thema in der weiteren Entwicklung wird die nachhaltige Aktivierung von Nutzer*innen und die gezielte Einbindung besonderer Beobachter*innen (sogenannte „trusted spotter“) im Rahmen der Bürgerforschung („citizen science“) sein. Durch die intensivere Beteiligung der Bürger*innen ist die Bevölkerung deutlich sensibler für gefährliche Wettererscheinungen.

Einige Kennzahlen

- 750.000 Nutzermeldungen in 2020
- Ca. 70.000 Bilder
- In der Spitze 26.000 Meldungen pro Tag
- Nutzermeldungen werden in der WarnWetter-App und in FeWIS für den Katastrophenschutz abgegeben (FeWIS mit ca. 300 Millionen Aufrufe pro Jahr)

01 Nutzermeldungen pro Tag in den ersten vier Monaten, Spitzenwert in Unwetterlagen mit 26.000 Meldungen pro 24 Stunden

01





02

02 Drei Tage Verspätung wegen ungünstiger Wetterbedingungen: Ende April wurden per Flugzeug einige Personen von Polarstern abgeholt, die aufgrund ihrer persönlichen Situation nicht länger an der Expedition

teilnehmen konnten. Ohne Flugwettervorhersage wäre eine solche Aktion nicht möglich gewesen. Die Flugzeuge waren von Grönland aus gestartet und kehrten dorthin auch wieder zurück.

03 Übersichtsseite der Gesundheits-Wetter-App

03



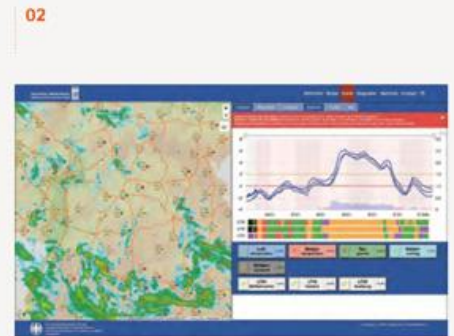
„GesundheitsWetter-App“ warnt vor Gefahren des Wetters für die Gesundheit

Millionen Menschen in Deutschland leiden unter Pollenallergien, reagieren bei bestimmten Wetterlagen mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder müssen sich bei der Arbeit und in der Freizeit vor Sonnenbrand oder Hitze schützen. Das Wetter kann aber nicht nur gefährliche oder störende gesundheitliche Auswirkungen auf viele Menschen haben, sondern wirkt sich in der Folge zum Beispiel durch mehr Krankentage bei Beschäftigten auch negativ auf die Wirtschaft in Deutschland aus.

Der Deutsche Wetterdienst stellte Ende Mai 2020 eine neue App zur Verfügung, die tagesaktuell über mögliche beeinträchtigende Einflüsse des Wetters auf den Menschen informiert und vor Gesundheitsgefahren zum Beispiel durch Hitze warnt. Sie soll Betroffenen ermöglichen, sich rechtzeitig auf für sie relevante Einflüsse des Wetters einzustellen. Nutzerinnen und Nutzer der Gesundheits-Wetter-App können die Informationen und Belastungsklassen individuell einstellen und abrufen. Die App kostet einmalig 0,99 Euro. Sie ist in den App-Stores von Apple und Google unter dem Stichwort „Gesundheits-Wetter-App“ zu finden.

Funktionen der GesundheitsWetter-App des DWD:

- Amtliche UV-Warnungen, UV-Index sowie UV-Warnungen für Kinder
- Amtliche Hitzewarnungen
- Vorhersage der Gefühlten Temperatur
- Pollenflugvorhersage und daraus abgeleiteter Gefahrenindex
- Vorhersage der Wetterfühligkeit für allgemeine Beeinträchtigungen des Befindens, asthmatische Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Beschwerden und rheumatische Beschwerden
- Frei konfigurierbare Warnelemente und Warnstufen
- Konfigurierbare Alarmierungsfunktion (Push-Benachrichtigungen) für frei wählbare Ortsfavoriten



01 Startseite des neuen Portals

02 Karte mit Radarbild und Messungen der SWS (links), Grafik mit Messungen und Vorhersagen für die SWS für die nächsten sieben Tage (rechts)

SWIS – Das StraßenWetterInformationsSystem auf neuen Wegen

Seit Mitte Oktober 2020 bietet der DWD für die Autobahn- und Straßenmeistereien der Landesbehörden und die Autobahn GmbH sowie privaten Kunden (gegen Entgelt) ein neues Winterdienstportal namens SWIS-Info an. Das neue Portal bietet eine komfortable Übersicht über alle relevanten Wetterdaten insbesondere zur Planung und Steuerung von Winterdienstseinsätzen. Neben den amtlichen Warnungen sind natürlich auch weitere Informationen wie Schnee-/Regenradar-bilder und -filme, Wetterstationsdaten und Wetterberichte verfügbar (s. Abb. 01).

Eine Besonderheit des Portals ist die Darstellung der Messungen der mehr als 1.500 Straßenwetterstationen (SWS) und die Vorhersage für deren Standorte. Die SWS werden von den Straßenverwaltungen der Länder und ab 2021 anteilig von der Autobahn GmbH betrieben. Der DWD hat daher keinen direkten Einfluss auf die Messungen, unterstützt die Datenproduzenten aber mit seiner langjährigen Erfahrung im Messbereich und in der IT.

Die Messung der Temperatur an der Oberfläche des Straßenbelags ist aufgrund der äußeren Einflüsse recht fehleranfällig. Deshalb wurde im Jahr 2018 eine vollständig automatisierte Qualitätssicherung eingeführt. Dabei werden die 15-minütigen deutschlandweiten Messungen von mehr als 1.500 Straßenwetterstationen überprüft. Auffälligkeiten werden im Portal SWIS-Info dargestellt. Über eine Karte (Abb. 02) können in SWIS-Info die Straßenwetterstationen ausgewählt werden und der Verlauf von Temperatur, Taupunkt, Belagstemperatur, Niederschlagsart und -menge sowie Straßenzustand nun bis zum siebten Folgetag in stündlicher Auflösung als Grafik visualisiert werden.

Vorhersageverfahren

Durch die grundlegende Modernisierung der Vorhersageverfahren wurde der Vorhersagezeitraum und die zeitliche Auflösung deutlich erhöht sowie detailliertere Straßenbelagzustände realisiert. Das bisher zur Vorhersage genutzte Energiebilanzmodell (EBM) war Anfang der 1990er Jahre entwickelt worden und technologisch in die Jahre gekommen. Deshalb wurde ein neues Open-Source-Modell implementiert. Das sogenannte METRo-Modell (**M**odel of the **E**nvironment and **T**emperature of **R**oads) berechnet die speziellen Parameter für die Straßenwettervorhersage. Dabei liefert ein ebenfalls neuer Vorhersagedatensatz, der durch einen statistischen Ansatz qualitätsgesicherte historische und aktuelle Messwerte der SWS mit verschiedenen Wettermodellen kombiniert, die Eingangsdaten für METRo.

Nutzerschulung

Aufgrund der Corona-Pandemie und recht kurzfristigen Entwicklung des neuen Portals war es nicht möglich, die Kunden persönlich über die Neuerungen zu informieren und zu schulen. Deshalb wurde zum Start des Winters im Dezember ein virtueller Adventskalender in das neue Portal eingebunden. Jeden Werktag gab es ein neues etwa sechsminütiges Tutorial mit einer fachlichen Erklärung zu Inhalten des neuen Portals und jeweils einer kleinen Geschichte der Protagonisten Melti, einem Schneemann, und Rudi, einem Rentier, die mit der DWD-Moderatorin in Dialog traten. Dieses für eine wissenschaftliche Behörde etwas unkonventionelle Format fand viel positive Resonanz bei den Kundinnen und Kunden.

Klimavorhersagen für die kommenden zehn Jahre

Dekadische Klimavorhersagen decken den von Wirtschaft, Politik und Gesellschaft benötigten Zeitraum der nächsten zehn Jahre ab und füllen die Lücke zwischen Klimavorhersagen für die nächsten Monate und langfristigen Klimaprojektionen bis 2100. Die Vorhersagbarkeit für längere Zeithorizonte basiert auf Komponenten des Klimasystems, die auf Änderungen der Atmosphäre langsam reagieren, wie Ozeane und Landoberfläche.

03 Basis-Ensemble-mittelvorhersage für Temperatur in Deutschland für 2020 und 2025 bis 2029

04 Basis-Wahrscheinlichkeitsvorhersage für Niederschlag in Süddeutschland für verschiedene Zeiträume

05 Experten-Ensemble-mittelvorhersage für Temperatur und Niederschlag in Europa für 2020

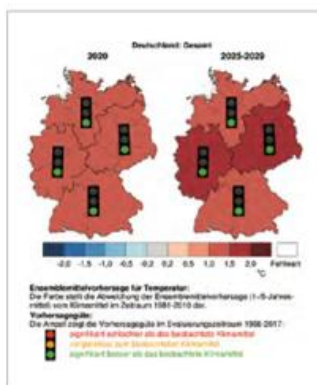
Um die Klimavorhersagequalität zu ermitteln, werden Vorhersagen für vergangene Zeiträume berechnet und mit Beobachtungsdaten verglichen. Darauf basierend wird angenommen, dass die nächsten zehn Jahre mit ähnlicher Qualität vorhergesagt werden können. Da das Modell aber nicht alle Prozesse perfekt darstellen kann, ist die Qualität davon abhängig, welche Klimaelemente, Region und Zeitperiode betrachtet wird. Um Fehler in den zur Initialisierung der Vorhersage verwendeten Beobachtungen abzuschätzen, werden zehn Klimavorhersagen mit verschiedenen Startwerten berechnet und Mittelwert sowie Bandbreite des Vorhersage-Ensembles betrachtet.

In der Fördermaßnahme „Mittelfristige Klimaprognosen“ (MiKlip) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wurde von 2011 an bis 2020 ein dekadisches Klimavorhersagemodell entwickelt, mit dem der DWD seit 2020 jährlich Klimavorhersagen für die nächsten zehn Jahre erzeugt. Diese werden auf der Klimavorhersagen-Webseite www.dwd.de/klimavorhersagen veröffentlicht.

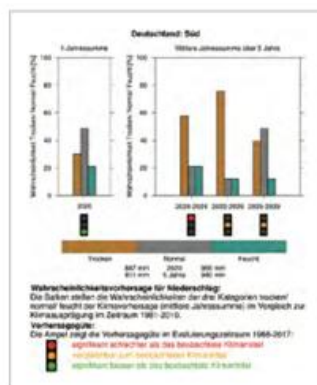
Die Basis-Klimavorhersagen beinhalten Karten, Zeitreihen und Tabellen für deutsche Regionen. Die Vorhersagequalität wird als Ampel dargestellt. Die bereits im März 2020 veröffentlichte Klimavorhersage für das Jahr 2020 ergab z. B. in ganz Deutschland eine um 1,0 bis 1,5 Grad höhere Temperatur als im Bezugszeitraum 1981 bis 2010 und für 2025 bis 2029 noch höhere Werte.¹ Ein weiteres Beispiel zeigt eine Wahrscheinlichkeit von über 50 bis 70 Prozent für trockene Zeiträume 2020 bis 2024 und 2022 bis 2026 in Süddeutschland, aber mit geringerer Vorhersagegüte. Die Experten-Klimavorhersagen bieten detailliertere Darstellungen für Deutschland, Europa und die Welt. So zeigt die ebenfalls im März 2020 veröffentlichte Vorhersage für 2020 in Südosteuropa eine über 2 Grad höhere Temperatur als im Bezugszeitraum. Höhere Niederschläge werden in Westnorwegen und Süditalien und geringere Niederschläge in Zentralfrankreich und der Südukraine erwartet. Die Vorhersagegüte wird durch drei Punktgrößen dargestellt. Die Webseite wird schrittweise um Klimavorhersagen der nächsten Wochen und Jahreszeiten erweitert. So sind die dekadischen Klimavorhersagen ein weiterer Meilenstein auf dem Weg, die Gesellschaft an den Klimawandel anzupassen.

¹ Die tatsächliche Jahresmitteltemperatur 2020 betrug in Deutschland 10,4 Grad Celsius (°C). Dies bedeutete eine Abweichung um plus 1,5 Grad zum Bezugszeitraum 1981 bis 2010.

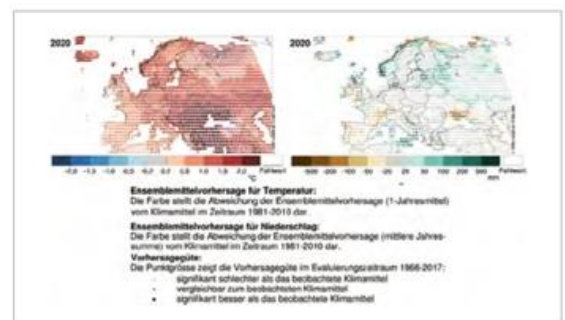
03



04



05



Nationalpark Berchtesgaden – Zusammenarbeit in einem einzigartigen Referenzgebiet

Der Nationalpark Berchtesgaden und der Deutsche Wetterdienst verstärken ihre vieljährige Zusammenarbeit. Wie sich die fortschreitenden Klimaänderungen in kleinräumigen, ökologisch unterschiedlichen Lebensräumen auswirken, ist ein Forschungsschwerpunkt in Deutschlands einzigem Alpen-Nationalpark. Da sich die Auswirkungen des Klimawandels in Gebirgsregionen früher und extremer zeigen, ist der Alpenraum besonders betroffen. Dabei ist der Nationalpark Berchtesgaden durch seine große Höhererstreckung (von 600 bis über 2.700 m über NN), die Vielfalt seiner Lebensräume und seinen expliziten Forschungsauftrag ein einzigartiges Referenzgebiet, in dem sich die Klimawandelfolgen intensiv studieren lassen. Die Ergebnisse der dortigen Forschungen können auf ähnliche Gebiete überregional übertragen werden und sind für zahlreiche Lebensbereiche von Bedeutung, wie etwa für die Ökologie, die Forstwirtschaft, den Tourismus, den Bevölkerungs-, Umwelt- und Naturschutz sowie die Wasserwirtschaft.

01 Messstationen im Nationalpark Berchtesgadener Land: Rot eingezeichnet die Messstellen des DWD, in Weiß die des Nationalparks

Erfassung und Archivierung historischer Messdaten

Aktuell unterstützt der DWD den Nationalpark dabei, historische Messwerte zu erfassen und zu archivieren. Hierbei spielen Qualitätssicherung und Vergleichbarkeit dieser Messwerte eine entscheidende Rolle, um die vieljährige lokale Klimaentwicklung im Nationalpark noch differenzierter beurteilen zu können. So werden u. a. alte Messstreifen aus dem Nationalpark im Münchener Know-how-Center des DWD für Alpine Klimatologie digitalisiert, Datensätze aus dem Nationalpark und von DWD-eigenen Stationen gesichtet und homogenisiert. Die Zusammenarbeit zwischen DWD und Alpen-Nationalpark konzentriert sich künftig noch stärker auf die Themenfelder Klimawandel, Umweltmonitoring und Datenmanagement. So werden gemeinsam neue Forschungsziele und Aktivitäten vereinbart und umgesetzt.

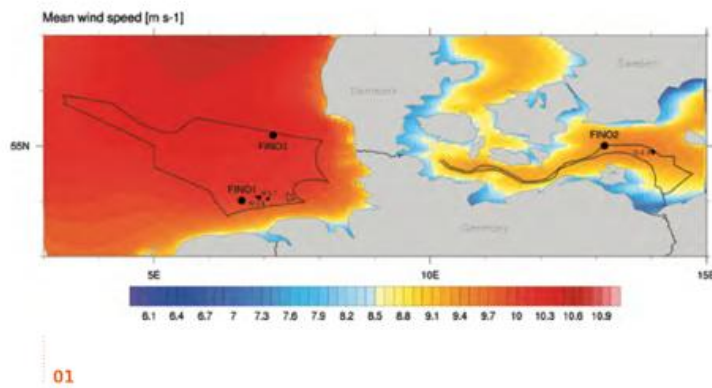
02 Flugobjekt EM-Bird: Während es an einem Helikopter hängend über weite Strecken geflogen wird, misst dieses Instrument rund zehnmal pro Sekunde die Eisdicke. So kommen für die Forscher*innen viele Werte zusammen.

Im Rahmen des Kooperationsvertrags betreibt der DWD über seine Mobile Messeinheit derzeit insgesamt acht Stationen im Nationalpark. Diese ergänzen Messungen der Stationen des Nationalparks und des Lawinendienstes. Die Stationen liefern zum Teil schon seit über 20 Jahren in stündlicher und seit 2017 in zehnminütiger Auflösung Messungen zur Lufttemperatur (Mittelwert und seit diesem Jahr auch 10-Minuten-Minimum und -Maximum) sowie Luftfeuchte. Die Stationen müssen regelmäßig gewartet und die Daten ausgelesen werden, da die Datenübertragung (noch) nicht automatisch erfolgt. Der Zugang zu einigen Stationen, darunter die DWD-Stationen am Funtensee und am Grünsee, erfolgt nur zu Fuß. Werden schwerere Bauteile benötigt, bringt sie ein Hubschrauber. Im Winter sind diese Stationen, je nach Schneeverhältnissen, nur mit Schneeschuhen zu erreichen, bei hoher Lawinengefahr ist ein Zustieg gar nicht erst möglich.

01







01 | Vieljährige Mittel der Windgeschwindigkeit in m/s für den Zeitraum 1995 bis 2018 aus COSMO-REA6 auf Modellfläche 37 (116 m). Die Grenzen der deutschen AWZ in Nord- und Ostsee sind durch

schwarze Linien dargestellt. Die 2021 auszu-schreibenden Flächen sind als schwarz ausgefüllte Flächen hinterlegt, die Positionen der FINO-Masten sind durch schwarze Punkte dargestellt.*

* Quelle siehe Seite 75

Offshore-Windparks mit DWD-Wetterdaten

Die Errichtung von Offshore-Windparks in den Gewässern der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) ist ein wesentlicher Baustein der Energiewende in Deutschland. Die Auswahl von Lage, Form und Leistung der Windparks lag bisher im Wesentlichen bei den Betreibern. Diese Parameter waren Teil der jeweiligen Windparkplanung, die vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) als zuständige Genehmigungsbehörde zu überprüfen war.

Die staatliche Planungsbefugnis wurde mit dem Inkrafttreten des Gesetzes zur Entwicklung und Förderung der Windenergie auf See (WindSeeG) nun deutlich ausgeweitet. In einem mehrstufigen Verfahren überprüft das BSH zunächst, ob eine Fläche zur Errichtung von Windparks geeignet ist. Dazu werden der Baugrund, die Meeresumwelt sowie die Wind- und ozeanographischen Verhältnisse untersucht (Voruntersuchung). Danach erfolgt eine öffentliche Ausschreibung, um den am besten geeigneten Betreiber zu ermitteln. Maßgeblich für den Zuschlag ist die Höhe der beanspruchten staatlichen Förderung.

Die erste Ausschreibungsrunde auf Basis des WindSeeG startet im März 2021 mit zwei Flächen in der Nordsee (in der Grafik mit N-3.7 und N-3.8 bezeichnet, beide etwa 30 bis 40 km nördlich der ostfriesischen Inseln) sowie einer Fläche in der Ostsee (in der Grafik mit O-1.3 bezeichnet, etwa 40 km nordöstlich der Insel Rügen). Für die Kalkulation des Ertrages durch die Bieter sind genaue Informationen über die Windverhältnisse ein wichtiger Faktor. Der Deutsche Wetterdienst koordiniert dazu die Auswahl und Zusammenstellung geeigneter Daten und Berichte. Hierbei handelt es sich vor allem um Messungen des vertikalen Windprofils direkt in den Flächen oder in deren unmittelbarer Umgebung sowie die Auswertung von sogenannten Reanalysen.



Reale Messungen + Reanalysen = hohe Datenqualität

Für die drei Flächen verwendete der DWD zunächst die vieljährigen Messungen an den Forschungsplattformen FINO1 (Nordsee) und FINO2 (Ostsee). Die Daten von Windgeschwindigkeit und Windrichtung im Höhenbereich von 30 bis 100 m wurden standardisiert und einheitlich qualitätsgeprüft (www.dwd.de/fino-wind). Da sich FINO1 und FINO2 in einiger Entfernung von den drei Flächen befinden, beauftragte das BSH einjährige Messungen des vertikalen Windprofils nach Industriestandard in den beiden Nordseeflächen. Für O-1.3 konnte der DWD auf mehrjährige Messungen vom Messmast eines Energieversorgers im Arkonabecken zugreifen. Für die drei zur Auswahl stehenden Gebiete verwendete der DWD zudem

zwei operationelle Reanalysen der Atmosphäre. Ergebnis: In der Nabenhöhe aktueller Windenergieanlagen liegt die mittlere Windgeschwindigkeit in allen drei Flächen einheitlich bei etwa 10 m/s. Im Vergleich mit den Messungen an FINO1 und FINO2 zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung mit den Reanalysen. Die statistischen Kennwerte der Häufigkeitsverteilungen liegen dicht zusammen und sind ein Beleg für die heute erreichte Qualität dieser Datensätze. Der abschließende Bericht über die Windverhältnisse in allen drei Flächen ist nun Teil des Datenpakets für die Bieter der Flächenausschreibung.

Alle verwendeten Daten und Berichte sind öffentlich verfügbar. So waren bisher die Messungen auf See oft nicht zugänglich. Die Daten aus der Voruntersuchung können zum Beispiel bei der Klimaüberwachung oder für die Validierung von Modellen genutzt werden.

Reanalyse

Täglich werden mithilfe von numerischen Wettermodellen Millionen Beobachtungen assimiliert. Die resultierenden Analysen sind dreidimensionale, konsistente Beschreibungen des atmosphärischen Zustandes. In diesem Sinne kombinieren Analysen die Vorteile des Modells mit den Vorteilen der Beobachtungen. Über die Jahre wird jedes operationelle Modell weiterentwickelt, deswegen ist eine lange

Zeitreihe von operationellen Analysen oft nicht zeitlich konsistent. Reanalysen berechnen die Analysen einiger Jahre bis Jahrzehnte in der Vergangenheit noch einmal mit einem modernen Modell neu und beziehen dabei auch alle jetzt vorliegenden Beobachtungen mit ein. Im vorliegenden Fall nutzte der DWD die mit der Universität Bonn gemeinsam entwickelte Reanalyse COSMO-REA6 sowie die Reanalyse ERA5 des Europäischen Zentrums für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW).

02 Aufräumarbeiten: Kurz bevor Polarstern die Scholle Richtung Spitzbergen verließ, wurde Ausrüstung per Helikopter „eingesammelt“ und zum Schiff gebracht. Häufig waren wegen des brüchigen Eises die Messstationen nicht mehr zu Fuß zu erreichen.

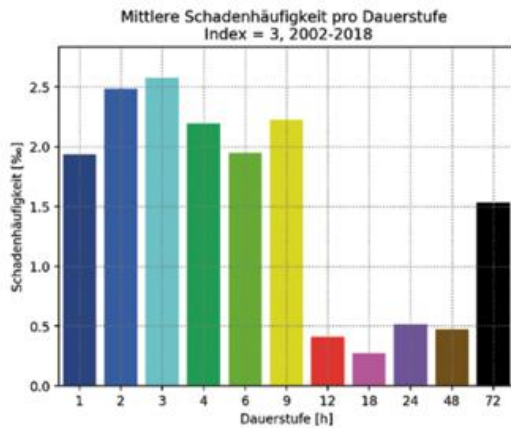
03+04 Die Schleppsonde Helipod im Einsatz. Es handelt sich dabei um eine Art von Miniobservatorium. Ähnlich wie der EM-Bird hängt es am fliegenden Helikopter und führt dabei Messungen, z. B. vom Treibhausgas Methan, über dem Eis durch.



03



04



01

01 Mittlere Schadenhäufigkeit der Starkregenereignisse der elf Dauerstufen für den gesamten Zeitraum von 2002 bis 2018

Zusammenarbeit mit dem Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft

Klimaforscher vermuten, dass im Zuge des Klimawandels Anzahl und Ausmaß von Wetterextremen zunehmen werden. Aber was bedeutet diese zunehmende Gefährdung für das tatsächliche Risiko? Für das Wetterextrem Starkregen haben der Deutsche Wetterdienst und der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) im Rahmen eines vierjährigen Projektes den komplexen Zusammenhang zwischen Starkregen und versicherten Schäden untersucht.

Um mögliche Verbindungen überhaupt festzustellen, ging es im ersten Schritt darum, die vorhandenen Informationen über solche Ereignisse und versicherte Schäden fachlich adäquat aufzubereiten. Dazu sind sowohl umfassendes Fachwissen über die zugrundeliegenden Rohdaten als auch Kenntnis über ihre Belastbarkeit erforderlich. Der DWD hat für das Starkregenprojekt seine radarbasierte Niederschlagsüberwachung seit Anfang 2001 vollständig und erneut prozessiert und aufbereitet. Der GDV seinerseits stellte die Informationen zu den Schadensmeldungen deutschlandweit so zu Verfügung, dass sie vergleichbar und weitestgehend homogenisiert waren. Damit war es erstmals möglich, die Daten deutschlandweit fachlich zu verschneiden. Dies führte beim DWD dazu, enorme Erkenntnisse über die Folgen und die potentiellen Risiken durch die Naturgefahr Starkregen zu gewinnen.

Inzwischen kann beispielsweise gezeigt werden, dass insbesondere die kleinräumigen und intensiven Starkregen relativ kurzer Andauer, d. h. bis zu drei Stunden, besonders schadensträchtig sind. Um auf ganz ähnliche Weise auch für andere Naturgefahren wie z. B. Hagel deren Auswirkungen besser zu verstehen, haben DWD und GDV vereinbart, dauerhaft zusammenzuarbeiten. Die Überlegungen beinhalten unter anderem, deutschlandweite Kartierungen zu erstellen, auf denen mögliche Risiken von Naturgefahren auch fiskalisch bemessen und bewertet werden. Das Prinzip des kostenfreien Datenaustausches und ihrer für die Verschneidung adäquaten Aufbereitung soll dabei bestehen bleiben. Neben der Naturgefahr Starkregen soll in Zukunft auch die Wettererscheinung Hagel im Fokus der Zusammenarbeit stehen. Grundsätzlich ist die Vereinbarung aber auch für alle Wetterextreme denk- und ausbaubar, falls es einschlägige Daten über korrespondierende versicherte Schäden gibt.

Der DWD erhält somit strategisch eine belastbare Handhabe, seine Analysen zur räumlichen Verteilung von Gefährdungen durch Wetterextreme aufzuwerten. Diese Analyse der aktuellen Risikolandschaft wird auch in der Klimamodellierung eine wichtige Grundlage darstellen. Denn ändert sich die Gefährdung durch Wetterextreme, schlägt sich das auch auf eine veränderte Risikolandschaft nieder. Der DWD stärkt damit substantiell seine Kompetenz in der Klima- und Umweltberatung, insbesondere wenn es um Prävention und Anpassung gegen Naturgefahren geht, die im Zuge des Klimawandels zunehmend erwartet werden.

02 Messflugzeug im Anflug: Mit unbemannten Messflugzeugen konnten die aus den indirekten Lidar-Messungen abgeleiteten Größen durch direkte Messungen überprüft werden.



02

Gewittern und Windböen auf der Spur

Kurzfristige Warnung auf dem Smartphone vor Gewitter mit Starkregen und kräftigen Windböen, kurze Zeit später gießt es wie aus Kannen und die Bäume biegen sich im Sturm – und fünf Kilometer weiter regnet es keinen Tropfen. Wer hat eine solche Situation nicht selbst schon erlebt? Um derartigen in ihrer räumlichen Ausdehnung oft nur ein paar Kilometer großen und in der Regel recht kurzlebigen Wetterereignissen besser auf die Spur zu kommen, führte der Deutsche Wetterdienst an seinem Meteorologischen Observatorium Lindenberg/ Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO, Landkreis Oder-Spree, Brandenburg) gemeinsam mit Kooperationspartnern ein Feldexperiment durch.

Für die Wettervorhersage stellen Quellwolken, Schauer und Gewitter sowie Windböen eine besondere Herausforderung dar. Wettervorhersagemodelle können solche kleinräumigen Phänomene von kurzer Dauer nicht explizit simulieren. Um diese Vorgänge in der Atmosphäre besser zu verstehen, untersuchten Wissenschaftler im Sommer 2020 mit fast einem Dutzend sogenannter Doppler-Lidar-Geräte per Laserstrahl das Verhalten des Windes, seine Böen sowie konvektive turbulente Strukturen bis in einige hundert Meter Höhe über Grund. Die Messungen fanden am Lindener Observatorium und auf dem zugehörigen Grenzschicht-Messfeld im benachbarten Falkenberg statt. Im Juli kamen über vier Wochen hinweg zusätzlich unbemannte Messflugzeuge zum Einsatz, um die aus den indirekten Lidar-Messungen abgeleiteten Größen durch direkte Messungen zu überprüfen.

Ziel: Verbesserung des Warnmanagements

Dank des durch die Corona-Pandemie reduzierten Luftverkehrs und der Tatsache, dass der Flughafen BER noch nicht eröffnet war, konnten diese Flugzeuge mit Genehmigung der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) ihre Messungen sogar bis in eine Höhe von mehreren Kilometern durchführen. Den Schwerpunkt bildeten aber Messungen in den untersten 500 Metern der Atmosphäre. Mit den Messflugzeugen kann die Variabilität von Wind, Temperatur und Wasserdampfgehalt der Luft mit sehr hoher Auflösung erfasst werden. Die Sensoren registrieren aktuelle Messsignale mehr als einhundert Mal pro Sekunde, woraus sich eine räumliche Auflösung im Dezimeter-Bereich ergibt. Die Wissenschaftler*innen wollten mit diesen Messungen neben dem besseren Verständnis von Konvektion, Windböen und Gewittern auch die optimale Messstrategie für den operationellen Dauerbetrieb der Lidar-Geräte am Observatorium herausfinden. Möglicherweise gelingt es in einigen Jahren, auch die Bildung von Quellwolken und das Auftreten von Gewittern und Windböen kurzfristig noch besser vorherzusagen und die Bevölkerung sowie Wirtschaftssektoren wie den Luftverkehr, die Energiewirtschaft oder das Bauwesen frühzeitiger und noch lokaler mit Warnungen zu versorgen.

Wegen Corona verkleinertes Experiment

Das Feldexperiment trug den Namen FESST@MOL (Field Experiment on Submesoscale Structures @ Meteorological Observatory Lindenberg = Feldexperiment zu kleinräumigen Strukturen am Meteorologischen Observatorium Lindenberg). Als Kooperationspartner wirkten mit: das Karlsruhe-Institut für Technologie (KIT) – Campus Alpin (Garmisch-Partenkirchen), das Institut für Physik der Atmosphäre am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt – DLR (Oberpfaffenhofen) und das Zentrum für Angewandte Geowissenschaften der Eberhard Karls Universität Tübingen. FESST@MOL war die reduzierte Variante der ursprünglich für 2020 am MOL-RAO geplanten umfangreichen Kampagne FESSTVaL (Field Experiment on Submesoscale Spatio-Temporal Variability in Lindenberg = Feldexperiment zur kleinkaligen räumlichen und zeitlichen Variabilität der Atmosphäre in Lindenberg). Dabei wollten Wissenschaftler*innen der im Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung (HERZ) mit dem DWD zusammenarbeitenden Universitäten aus Hamburg, Köln, Bonn, Frankfurt am Main und Berlin und die oben genannten Partner durch umfangreiche Beobachtungen, darunter auch ein Messnetz aus mehr als 100 Bodenstationen und ein lokales Wetterradargerät, die oben genannten Prozesse besser verstehen. Wegen der Corona-Pandemie musste dieses größere Experiment um ein Jahr verschoben werden.



01

01 Außeneinsatz auf der Scholle über aufgebrochenes Eis: Vorsicht und Phantasie waren gefragt, wenn Wissenschaftler*innen zu Forschungsstationen unterwegs waren. Wie immer, waren Außeneinsätze nur bei entsprechenden Wetterbedingungen möglich.

Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

Die im Jahr 2019 vom WMO-Kongress beschlossene Reform wurde im vergangenen Jahr fortgeführt. Die zwei neuen technischen Kommissionen und ihre Untergruppen (Standing Committees und Study Groups) mussten sich aufgrund der weltweiten Covid-19-Pandemie virtuell konstituieren. Über 130 deutsche Experten*innen wurden nominiert und teilweise in die Arbeitsgruppen der beiden technischen Kommissionen berufen.

Die ersten Sitzungen des neu etablierten Technical Coordination Committees und des Policy Advisory Committees, letzteres unter der Leitung von Prof. Dr. Gerhard Adrian, fanden ebenfalls per Videokonferenz statt. Hauptziel dieser neuen Komitees ist es, Entscheidungen für den Exekutivrat (EC) und Kongress vorzubereiten sowie die Koordination aller Gremien untereinander und mit den Regionen sicherzustellen.

Erstmals tagten EC und das Finanzkomitee per Videokonferenz. Beim EC nahmen zeitweise bis zu 300 Berater der 37 Mitglieder teil. Besonders wurde hier die finanzielle Situation der WMO diskutiert, die durch verzögerte Zahlung von Mitgliedsbeiträgen etwas in Schieflage geraten ist. Es wurde auch entschieden, dass der außerordentliche Kongress im Jahr 2021 sich hauptsächlich mit den Themen WMO-Reform, Datenpolitik und Hydrologie beschäftigen wird. Des Weiteren wurde eine Task Force ins Leben gerufen, die das Konzept und die Arbeitsweise der Regionalassoziationen überprüft, damit diese besser in die Arbeit der neuen WMO-Strukturen mit einbezogen werden können.

Im November fand die erste Sitzung der Infrastruktur-Kommission statt, die u. a. das zukunftsweisende Global Basic Observing Network diskutiert hat, aus dem sich neue Anforderungen an die Beobachtungssysteme ergeben. Auf einer eintägigen Sitzung der Regionalassoziation Europa (RA VI) wurde die regionale Struktur an die neue WMO-Struktur angepasst und die Prioritäten für die nächsten Jahre diskutiert.

Über 1.200 Personen nahmen an der globalen Datenkonferenz im November teil, die vollständig virtuell organisiert wurde. Ziel dieser Konferenz war es, die Anforderungen an eine WMO-Datenpolitik zu formulieren, die gerade überarbeitet wird.



02 | Dronville: Von hier starteten Drohnen für Messungen in der Atmosphäre. Heftige Bewegungen im Eis zerrissen die ursprünglich zusammenhängende Eisfläche. Ständig in Gefahr: die Stromkabel (im Vordergrund).

Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW)

Das EZMW unterzeichnete mit der Firma Atos SE einen Vierjahresvertrag über die Lieferung seines neuen Supercomputers im Wert von über 80 Millionen Euro. Die Entscheidung wurde nach einem internationalen Ausschreibungsverfahren getroffen, bei dem die Bieter anhand von Kriterien wie Leistungszusage, Umsetzungsplan, Flexibilität und Risiken, Qualität der technischen Lösung, Umweltauswirkungen, Qualität der Erbringung und Unterstützung von Dienstleistungen sowie Preis bewertet wurden. Das neue System wird die nachhaltige Leistung im Vergleich zur derzeitigen Hochleistungsrechneranlage des EZMW um den Faktor fünf steigern.

Am 9. Dezember entschied sich der Rat des EZMW für Bonn als dritten Sitz (neben Reading und Bologna). Der neue Standort im internationalen Viertel Bonns wird 2026 fertiggestellt. Während der Hauptsitz des EZMW in Großbritannien verbleibt, werden schon im Sommer 2021 die ersten Mitarbeitenden an temporären Standorten ihre Arbeit in der ehemaligen Bundeshauptstadt aufnehmen, bevor Ende 2026 das dauerhafte Domizil bezogen wird. Der neue EZMW-Standort dient dazu, EU-finanzierte Aktivitäten zu bündeln, die wegen des Austritts von UK aus der EU nicht mehr aus Reading erbracht werden können.

Ferner liefen in 2020 beim EZMW die Vorbereitungen für die Delegation Agreements für die nächste Copernicus-Phase. Da die Verhandlungen für den nächsten Mehrjährigen Finanzplan der EU (Multiannual Financial Framework, MFF) noch nicht abgeschlossen waren, bestand eine gewisse Unsicherheit bezüglich der Finanzierung, insbesondere für das Übergangsjahr 2021.

Neben den Copernicus-Diensten war das EZMW im vergangenen Jahr kontinuierlich bei „Destination Earth“ engagiert. Bei dieser Initiative der Europäischen Kommission geht es um die Entwicklung eines hochpräzisen digitalen Erdmodells. Deutschland unterstützt diese Aktivität, außerdem bringen sich EUMETSAT und ESA ein.

Am 1. Dezember 2020 trat Estland offiziell den anderen 22 Mitgliedstaaten des EZMW bei.

Netzwerk der europäischen Wetterdienste (EUMETNET)

Im Rahmen des EUMETNET-Konsortiums europäischer nationaler Wetterdienste stellte man erste Weichen für eine intensivere Zusammenarbeit für den Austausch neuer Datenquellen über zukunftsträchtige Cloud-Infrastrukturen. Um den Anforderungen aller Mitglieder gerecht zu werden, wurde eine Serie virtueller Direktoren-Workshops initiiert, deren Ergebnisse in ein Konzept für ein regionales Verbund-Datenmanagementsystem (Federated Data Coordination Mechanism) fließen werden. Dabei werden ebenso nationale Anforderungen berücksichtigt sowie Synergien zu vergleichbaren Konzepten der WMO (WMO Information System, WIS) oder der von EUMETSAT und EZMW betriebenen European Weather Cloud betrachtet.

Im Rahmen von EUMETNET wurde an einer neuen Darstellung des Unwetterwarnsystems Meteoalarm (www.meteoalarm.eu) gearbeitet. Der DWD war in der Implementierung des Prototyps eingebunden. Das System warnt seit 2007 vor möglichem extremen Wetter in Europa, wie Starkregen mit Hochwassergefahr, schweren Gewittern, Sturmböen, Hitzewellen, Waldbränden, Nebel, Schnee, extremer Kälte, Schneestürmen, Lawinen oder schweren Fluten. Die jeweiligen Unwetterwarnungen werden von europäischen Wetterdiensten und Partnern herausgegeben.

Entwicklungszusammenarbeit im DWD

Beim 72. WMO-Exekutivrat im Sommer wurde über die Fortsetzung der Entwicklung der Initiative Sustainable Observation Financing Facility (SOFF) entschieden. Ziel ist es, diese auf der Weltklimakonferenz COP 26 im November 2021 in Glasgow offiziell zu starten. Mit SOFF soll die Schließung der Lücken im globalen Beobachtungsnetz finanziert werden. Durch Förderung z.B. der internationalen Entwicklungsbanken soll SOFF es den Entwicklungsländern ermöglichen, ihren Beitrag zur globalen Basisbeobachtung zu leisten. In der gemeinsamen Erklärung von EZMW, EUMETSAT, EUMETNET und WMO haben die Leiter dieser Institutionen am Rande des Exekutivrates ihre Unterstützung für SOFF kundgetan. Der DWD war an der Entwicklung des Konzepts für SOFF mit eingebunden.

Im Februar fand das Abschlusstreffen des Projektes Climate Services für Infrastrukturinvestitionen (IKI-CSI) mit der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) in Bonn statt. In der zweiten Projektphase (bis Anfang 2022) ist der DWD ohne Projektpersonal in kleinem Umfang beteiligt.

Ein Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung vom Meteorological Service Department Zimbabwe (MSD) hospitierte von April 2020 bis Februar 2021 im Regionalen Klimabüro des DWD in Potsdam. Sein Arbeitsschwerpunkt lag im Bereich „Analyse der Ergebnisse regionaler Klimamodelle über dem südlichen Afrika mit Schwerpunkt auf Klimaextremen und auf Simbabwe.“

- 01 Desktop-Darstellung der Meteoalarm 2.0 Anwendung vom 12.12.2020 (Prototyp)
- 02 Darstellung einer offiziellen Wetterwarnung in Meteoalarm 2.0



01



02

Bilaterale Zusammenarbeit

Der DWD steht regelmäßig im Austausch mit anderen Wetterdiensten und internationalen Organisationen. Im Rahmen der „Informal Conference of Directors of Meteorological Services in Western Europe“ (ICWED) wurde die Überarbeitung der im Mai 2016 verabschiedeten europäischen Wetterdienst-Strategie zur Fortschreibung bis 2030 angestoßen, an der sich der DWD durch Prof. Dr. Gerhard Adrian aktiv beteiligt.

Gespräche auf Direktorenebene mit anderen Wetterdiensten mussten 2020 aufgrund der Covid-19-Pandemie entweder in virtueller Form durchgeführt oder auf unbestimmte Zeit verschoben werden. Der Austausch mit Experten*innen anderer Wetterdienste über fachspezifische Aufgaben und Tätigkeiten konnte dennoch erfolgreich auf virtueller Ebene fortgeführt werden.

Europäische Union (EU)

Copernicus

Der DWD führte seine Beiträge zu den Copernicus-Diensten in den Bereichen Überwachung der Zusammensetzung der Atmosphäre, Überwachung des Klimawandels und des Katastrophenmanagements (hier im Rahmen des Hochwasserfrühwarnsystems) weiter mit hoher Verlässlichkeit fort. Das Jahr 2020 kennzeichnete den Übergang der ersten Programmphase während des Mehrjährigen Finanzrahmens (MFF) der Jahre 2014 bis 2020. Die nächste Phase Copernicus 2.0 ist weitgehend vorbereitet, und die offiziellen Verträge der EU mit Schlüsselpartnern wie EZMW, EUMETSAT und ESA stehen kurz vor dem Abschluss.

Open Data Directive

Die Europäische Union strebt weiter nach offener und entgeltfreier Bereitstellung öffentlich finanzierter Datenbestände. Die Richtlinie zur Public Sector Information (PSI), jetzt unter dem Titel „Open Data Directive“, wurde überarbeitet und soll 2021 verabschiedet werden. Derzeit werden sogenannte Hochwertige Datensätze (High Value Dataset) identifiziert. Dabei ist bereits eine Kategorie „Meteorologie“ definiert. Eine eingehende Erfassung meteorologischer und klimatologischer Datensätze unter Hochwertigen Datensätzen ist ebenfalls im Jahr 2021 zu erwarten.

EUMETSAT

Missionen

Am 21. November konnte Sentinel-6 Michael Freilich (Jason-CS) erfolgreich gestartet werden. Im Fokus steht dabei die hochauflösende Vermessung der Meereshöhe, aber auch vertikale Temperaturprofile der Tropo- und Stratosphäre.

Im November 2020 eröffnete DWD- und WMO-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian einen Workshop, in dem Wissenschaftler*innen ihre Erkenntnisse und Erfahrung mit den neuartigen Daten des Wind-Lidars auf dem Aeolus-Satelliten austauschten. Der erwartete positive Effekt auf die Vorhersagequalität wird in Studien des EZMW, aber auch des DWD bestätigt. Die technischen und wissenschaftlichen Überlegungen zur Konzeption einer Nachfolge-Mission „Aeolus-FollowOn“ zur Operationalisierung dieser Technologie schreiten voran.

Datendienste

Die Entwicklung neuer Datenzugangsdienste auf Grundlage von Cloud-Technologie wurde weit vorangetrieben, eine vollständige Operationalisierung kann im ersten Quartal 2021 erwartet werden. Diese Arbeiten sind eng mit der Entwicklung der European Weather Cloud verknüpft, bei der EUMETSAT und EZMW kooperieren.

01



01 Nirivololona Raholijao (links) und Prof. Dr. Gerhard Adrian im Sommer 2019 nach der Unterzeichnung des Memorandum of Understanding in der Offenbacher DWD-Zentrale

Stärkung der Agrarmeteorologie in Madagaskar

Aufgrund seiner geographischen Lage und der Abhängigkeit seiner Bevölkerung von natürlichen Ressourcen ist Madagaskar sehr anfällig für die Auswirkungen des Klimawandels. Diese Auswirkungen betreffen insbesondere den Agrarsektor, der sowohl eine wichtige wirtschaftliche Komponente des Inselstaates als auch die Lebensgrundlage für einen sehr großen Teil der Bevölkerung darstellt. Drei von vier Madagass*innen lebten im Jahr 2020 unterhalb der Armutsgrenze.

Seit 2017 arbeiten DWD und die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ) im Rahmen des Projekts „Anpassung landwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten an den Klimawandel“ (PrAda) mit verschiedenen Akteuren in Madagaskar zusammen. Übergeordnetes Ziel des Projektes PrAda ist es, die Präzision der Klimadienstleistungen für den Agrarsektor in Madagaskar zu verbessern. Der zentrale Partner des DWD vor Ort ist der nationale Wetterdienst Direction Générale de la Météorologie (DGM). Das Projekt soll insbesondere die DGM bei der Implementierung und unabhängigen Nutzung des agrarmeteorologischen Modells AMBAV_global unterstützen.

Im Jahr 2020 konzentrierten sich die Aktivitäten des DWD auf die Verbesserung der landwirtschaftlichen Anbaukalender in Madagaskar mithilfe von AMBAV_global und den saisonalen Prognosen des German Climate Forecast System (GCFS). AMBAV_global ist ein agrarmeteorologisches Modell, das vom DWD entwickelt wurde, um zwei Schlüsselparameter zu bestimmen: die tatsächliche Verdunstung der Pflanzen und des Bodens (Evapotranspiration) und die Bodenfeuchtigkeit in der durchwurzelten Zone landwirtschaftlicher Flächen. Beide Parameter sind für die Akteure des landwirtschaftlichen Sektors gleichermaßen wertvoll, um das Risiko witterungsbedingter Ernteeinbußen zu verringern, den Ressourceneinsatz zu optimieren und mit zunehmender Klimavariabilität und Klimawandel umzugehen. Madagaskar ist das erste Entwicklungsland, in dem AMBAV_global angewendet wird.

Die angestrebten Projektziele wurden Ende Dezember 2020 nach einer coronabedingten Verlängerung der Kooperation DWD-GIZ-DGM erreicht. Die Fertigstellung der Arbeitspakete und die Erzielung der geplanten Projektergebnisse waren sowohl für den madagassischen Wetterdienst als auch für den DWD von großem wissenschaftlichen 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.

Wie in einem in 2019 unterzeichneten Memorandum of Understanding zwischen den beiden Wetterdiensten vereinbart, werden DWD und DGM auch künftig bei der Entwicklung von agrarmeteorologischen und agrarwissenschaftlichen Beratungsdiensten für Anwendungen in Madagaskar fachlich eng zusammenarbeiten.

02



03



02 Umbau einer MODES III an einer Wst. III Helmstedt-Emmerstedt (im offenen Schaltkasten)

03 Frisch umgebaut: Die am 11.09.2019 auf MODES III umgerüstete Wst. III Rosenheim

Von AMDA III zu MODES III in Rekordzeit

Neben dem hauptamtlichen Bodenmessnetz verfügt der DWD über rund 1.700 nebenamtliche Wetterstationen, die über die gesamte Bundesrepublik Deutschland verteilt sind und von Privatpersonen ehrenamtlich betreut werden. Von gut der Hälfte dieser Stationen treffen jede halbe Stunde die meteorologischen Werte im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum des DWD in Offenbach ein. Dies ist möglich, da eine Automatische Meteorologische Datenerfassungsanlage (AMDA) die Daten per Internetanbindung in einem standardisierten Verfahren überträgt. Während die Lebensdauer der Messinstrumente in aller Regel etwa zehn Jahre beträgt, müssen die Datenerfassungsanlagen alle 15 Jahre erneuert werden. Die Erneuerung erfolgt normalerweise bei den regulären Wartungsterminen der Stationen vor Ort, sodass dieser Prozess sukzessive durchgeführt werden kann. Gleichzeitig werden bei solchen Inspektionen neue Messinstrumente installiert. Seit 2016 wurden die AMDA-Systeme auf die neuen Mobilfunkdatenerfassungssysteme (MODES) umgestellt.

Die Deutsche Telekom hatte jedoch 2017 angekündigt, bis Mitte 2020 den ISDN-Betrieb abzuschalten, so dass bis dahin alle AMDA vom neuen Modulare Datenerfassungssystem (MODES) abgelöst werden mussten. Bis zu diesem Zeitpunkt waren schon 300 Stationen auf MODES mit ISDN umgerüstet. Dies bedeutete, dass diese auf eine Mobilfunkverbindung, und die restlichen gut 500 Stationen deutlich schneller komplett umgestellt werden mussten. Sonst hätten zur Abschaltung der ISDN-Leitungen zu viele Stationen keine Wetterdaten mehr übermitteln können. Gleichzeitig wurden mit dem Einbau von MODES auch neue Niederschlags- und Luftfeuchtesensoren eingebaut. Der Zeitplan wurde durch eine enge Kooperation aller Beteiligten, vom Einkauf bis hin zur Qualitätsprüfung der Daten, im DWD stark gestrafft. Häufig arbeitete das DWD-Technikteam an den Stationen live und parallel mit den Kolleginnen und Kollegen der internen Datenprüfung. Erschwerend kam im Verlauf des Jahres 2020 noch die Corona-Pandemie dazu. Trotzdem konnte die Umstellung zum 30. September 2020 erfolgreich abgeschlossen werden. Zu diesem Tag schaltete die Deutsche Telekom die ISDN-Leitungen ab. Seither werden die meteorologischen Daten der nebenamtlichen DWD-Wetterstationen über deutlich schnellere Mobilfunkverbindungen automatisch nach Offenbach übertragen.

Messprogramm der nebenamtlichen automatischen Wetterstationen, genannt Wst III:

- Lufttemperatur (in 5 cm und 2 m über dem Erdboden)
- Erdbodentemperaturen
- Luftfeuchte
- Niederschlagshöhe

An ausgewählten Standorten zusätzlich:

- Sonnenscheindauer
- Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Schneehöhe (Gesamt- und Neuschneehöhe)
- Schneebedeckungsgrad (konventionell)
- Schnee-Wasseräquivalent (konventionell)

Das Bildungszentrum arbeitet zunehmend digital

Digitale Arbeits- und Organisationsformen sind ebenso wie zeitgemäße Wissens- und Kommunikationsstrategien für alle Beschäftigten des DWD von zentraler Bedeutung. Das gilt auch für das Bildungszentrum des DWD auf dem Campus der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) in Langen. Im Jahr 2020 wurden mehrere bedeutende Schritte absolviert, um dieses strategische Ziel zu erreichen.

01 Das Messfeld von MetCity mit verschiedenen Messeinrichtungen: In der linken Bildhälfte ist beispielsweise der Aufbau für die Schneehöhenmessungen zu sehen, im Vordergrund Instrumente für Strahlungsmessungen.

So wurden etliche Abschnitte der Laufbahnausbildung als Fernunterricht durchgeführt. Die Studierenden verfolgten den Live-Unterricht mittels des eigens für das Bildungszentrum angeschafften Konferenz- und Präsentationstools Webex. Webex bietet eine umfassende Palette an interaktiver Kommunikation zwischen Dozent*innen und Schulungsteilnehmenden. Unterrichtsmaterialien wurden vornehmlich über die ILIAS-Plattform der Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung ausgetauscht; auf internationaler Ebene operierte man mit Moodle. Fernunterricht und elektronisches Lernen sollen künftig in das Fortbildungsprogramm des DWD und in die Lehrpläne des Bildungszentrums integriert werden.

Durch die Neubeschaffung geeigneter Konferenztechnik mit mobilen Kameras, Bildschirmen und Mikrofonen kann der Präsenzunterricht in verschiedene Räume oder sogar an Orte außerhalb des Bildungszentrums übertragen werden. Während der Corona-Krise war eine maximale Teilnehmerzahl von zwölf Personen in den Seminarräumen erlaubt, so dass für einige Schulungen zwei Räume

benutzt werden mussten. Ende Juni 2020 wurde diese Technik erstmals in zwei Ausbildungskursen für die externen Flugwetterbeobachter*innen an den Regionalflughäfen erfolgreich angewendet. Für die Zeiten nach der Pandemie erlaubt diese Technik, insbesondere Reisekosten einzusparen, im Bedarfsfall größere Teilnehmerkreise zu erreichen und höhere Flexibilität zu erlangen.

Für die Laufbahnausbildung im gehobenen Dienst wurden Notebooks beschafft, die an alle Studierenden ausgeliehen wurden, insbesondere für die Zeit, in der sie sich nicht dauerhaft am Bildungszentrum befanden. Damit war der Zugang zum DWD-Netz auch von extern möglich. So wurde für die Studierenden auch eine intensivere Anbindung an ihren Arbeitgeber ermöglicht. Die Dozent*innen erhielten zudem besondere Tablets, über die sie die vielfältigen Funktionen der in den Klassenräumen angebrachten Smart Boards im Online-Unterricht ersetzen konnten.



Bundesgerichtshof entscheidet im Streit über die WarnWetter-App des DWD

Mit der Entscheidung des Bundesgerichtshofs (BGH) über die WarnWetter-App am 12. März 2020 hat eine lange und wechselvolle rechtliche Auseinandersetzung ihren Höhepunkt erreicht, die bereits im Jahr 2015 ihren Anfang genommen hat.

Der DWD hatte im Juli 2015 die erste entgeltfreie Version seiner WarnWetter-App veröffentlicht. Ziel war es, die Bevölkerung auf zeitgemäße Art und Weise zuverlässig und professionell vor Wettergefahren zu schützen bzw. die Möglichkeit des Eigenschutzes zu stärken. Die App stieß von Beginn an auf großes Interesse. Gegen die entgeltfreie WarnWetter-App ging zunächst der Verband der privaten Wetterdienstleister im Wege eines Eilverfahrens vor, konnte damit jedoch keinen Erfolg erzielen.

In der Folge wurde der DWD von zwei privaten Wetterdienstleistern auf Unterlassung der entgeltfreien Abgabe der WarnWetter-App in Anspruch genommen. Im Kern lautete der Vorwurf, dass es wettbewerbswidrig sei, wenn der DWD über amtliche Warnungen hinaus entgeltfrei allgemeine Wetterinformationen an die Allgemeinheit abgibt. Nachdem der DWD in einem der Verfahren vor dem Oberlandesgericht noch obsiegen konnte, hat der Wettbewerbssenat des BGH mit seiner Entscheidung vom 12. März 2020 die Rechtsauffassung des privaten Wetterdienstleisters endgültig bestätigt und festgestellt, dass der DWD bestimmte meteorologische Inhalte seiner WarnWetter-App nicht entgeltfrei an die Allgemeinheit abgeben darf. Das Parallelverfahren wurde im Anschluss an die Entscheidung des BGH von den Parteien für erledigt erklärt.

Bereits seit geraumer Zeit gibt es daher neben der entgeltfreien Version der WarnWetter-App auch eine entgeltpflichtige Version. Diese enthält über Warnungen hinaus eine Reihe zusätzlicher meteorologischer Informationen, sogenannte Kontextinformationen, die nach Auffassung des DWD für die sinnvolle Nutzung der App und die bestmögliche Erfüllung des gesetzlichen Warnauftrags des DWD von großer Bedeutung sind. Mit beiden Versionen der WarnWetter-App erreicht der DWD weiterhin eine große Anzahl von Menschen und trägt auch auf diese Weise zu ihrem Schutz vor Wettergefahren bei.

Der DWD begreift das Urteil auch als Chance, seine Position mit Blick auf den Wettbewerb weiter zu stärken. Die vom BGH in seiner Entscheidung getroffenen Aussagen und ihre möglichen weitergehenden Auswirkungen werden insoweit umfassend gewürdigt und in den fortlaufenden Prozess der Entwicklung der Abgabepolitik des DWD miteinbezogen.

02 Auf den wieder zu-
gefrorenen Rissen
der Scholle bildeten
sich oft wunderschöne
Eisblumen, die man am
besten im Liegen bestau-
nen und fotografieren
konnte.



01 | Forschung extrem: Im Umkreis von Polarstern wurden wie in einem Netzwerk mehrere sogenannte Satelliten-Messstationen eingerichtet. An jeder dieser Messstationen wurden zu einem Forschungsschwerpunkt Messungen durchgeführt. Auf dem Bild ist Ocean City zu sehen, zu erkennen an dem blauen Zelt, unter dem sich Messgeräte für die obere Wassersäule befinden. Durch ein Loch in der Scholle wurden Messgeräte über eine Winde ins Wasser gelassen.

Die orangefarbenen Zelte gehören zu Balloontown. Das linke größere Zelt diente dabei als Hangar für „Miss Piggy“, den Fesselballon. Mit „Miss Piggy“ können Messungen bis in eine Höhe von rund 1.600 Meter über mehrere Stunden hinweg durchgeführt werden.

Im Gespräch

57



„Ich lerne die ganze Zeit dazu.“

Prof. Dr. Antje Boetius ist Direktorin des Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrums für Polar- und Meeresforschung (AWI).

Zwischen AWI und DWD besteht seit Jahrzehnten eine enge Zusammenarbeit. Über die Bordwetterwarten auf den Forschungsschiffen Polarstern und Meteor sowie Fernberatungen aus dem DWD-Seewetteramt in Hamburg sorgt der DWD für die meteorologische Sicherung der Forschungsfahrten des AWI oder auch der Forschungsstation Neumayer in der Antarktis.

DWD:

Neben Küsten und Meeren in den gemäßigten Breiten erforscht das AWI besonders Arktis und Antarktis. Was fasziniert Sie als ausgebildete Biologin an diesen Gebieten, die für viele Menschen auf dem europäischen Kontinent doch eher fremd und weit weg sind?

Antje Boetius:

Mich fasziniert erstmal das Gleiche wie viele Menschen, die schon die Gelegenheit hatten, diese weißen gefrorenen Landschaften zu bereisen: Es sind fremdartige Regionen, aber sie sind wunderschön, weil man erst dort versteht, dass es so viele Arten von Weiß gibt, und Eis und Schnee auch so unterschiedlich aussehen können. Als Erdsystemforscherin fasziniert mich zu erkennen, wie wichtig diese weißen Schilder für das Leben auf der Erde sind – sie strahlen Sonnenlicht zurück und vermeiden so Überhitzung. Sie stabilisieren das Klima und sind so verantwortlich, dass wir Menschen im Holozän überhaupt Zivilisationen entwickeln konnten. Als Biologin liebe ich besonders ihre eigene Lebensvielfalt. Was es dort noch alles zu entdecken gibt, welche unglaublich faszinierenden Unterwasserlandschaften. Und dann die Vielfalt an Meeressäugern. Aber auch das kleinste Leben im Eis hat so tolle Anpassungen. Sie sehen, ich komme ins Schwärmen ...

DWD:

Mit MOSAiC hat das AWI die größte Expedition in die Arktis, die jemals stattgefunden hat, mit vielen nationalen und internationalen Partnern durchgeführt. Was sind für Sie bis jetzt die wichtigsten Erkenntnisse?

Antje Boetius:

Während der MOSAiC-Expedition gelang es den mehr als 300 beteiligten internationalen Wissenschaftler*innen, einen großen Datenschatz zu sammeln aus einer Region, die erstmals per Forschungseisbrecher den ganzen arktischen Winter über vermessen wurde. Dabei konnte das MOSAiC-Team, an dem auch der DWD beteiligt war, hunderte von Parametern synchron aufzeichnen, von 30 km über dem Eis bis 4,5 km darunter. Mithilfe dieser Daten lassen sich die vielfältigen Wechselbeziehungen im Klimasystem, die zwischen Atmosphäre, Ozean und Meereis bestehen, besser in Klimamodellen darstellen. Zugleich waren die Forscher*innen während MOSAiC mit enorm dynamischen, teilweise alarmierenden Prozessen konfrontiert. Im Frühsommer und Sommer 2019 und 2020 hat sich das Eis so schnell zurückgezogen wie noch nie. Die Ausdehnung des Meereises ist mittlerweile im Sommer nur noch gut halb so groß wie vor 30 Jahren, als ich meine Doktorarbeit in der Arktis machte. Seine Dicke beträgt ungefähr die Hälfte von damals. Während des Winters hat die MOSAiC-Expedition fast durchgehend etwa zehn Grad Celsius höhere Temperaturen gemessen als Nansen und seine Mannschaft bei der Fram-Expedition vor rund 125 Jahren. All dies zeigt exemplarisch, in welchem schnellem Wandel sich die Arktis und ihr Klima durch die menschengemachte Erderwärmung befinden. Wenn dank der MOSAiC-Daten nun Klimamodelle verbessert werden, können wir auch die Fernwirkung dieses arktischen Wandels auf unsere Breitengrade wesentlich besser vorhersagen.



01

DWD:

Wie waren die Rückmeldungen zur Expedition? Aus der Politik, der Öffentlichkeit von den Teilnehmenden?

Antje Boetius:

Dadurch, dass die MOSAiC-Mission die ganze Zeit begleitet wurde von unserem Medienteam, unserer ausgezeichneten Fotografin Esther Horvath und einem Filmteam der UFA, alle Wissenschaftler*innen und auch viele der Crew an Bord bereit waren, trotz der anstrengenden Bedingungen, zu bloggen, sich interviewen zu lassen, Schüler*innen-Fragen zu beantworten und nach Rückkehr auch viele Vorträge zu geben, hatten wir eine wirklich große Reichweite. Das hat Freude gemacht, denn so haben die Teams auch gespürt, dass die Öffentlichkeit hinter ihnen steht bei der großen Herausforderung. Sie waren schon auch sehr von der Pandemie gebeutelt, die Austausche haben nicht so geklappt wie geplant, die meisten waren wesentlich länger unterwegs als gedacht und auch voll Sorge um ihre Familien. Toll war auch, dass die internationale Polarforschungsgemeinde so hilfsbereit war, sich Bundesforschungsministerin Frau Karliczek so für die Mission interessiert und eingesetzt hat, wie auch ganz Bremerhaven. Ich werde nie vergessen, wie das Schiff hier in Empfang genommen wurde, als es wieder einlief.

Auch mir hat das enorme Interesse viel bedeutet. Die Möglichkeit, den Nordpol und das arktische Klima- und Ökosystem in der bislang so gut wie unerforschten Polarnacht und über einen vollständigen Jahreszyklus hinweg so umfassend zu erforschen, war eine einmalige Chance für die Teilnehmenden aus aller Welt, insbesondere auch für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Die Expedition führte uns alle und auch die Öffentlichkeit erstmals direkt an eine Schlüsselregion des globalen Klimasystems heran, die bislang als unzugänglich, unbekannt und weit entfernt galt. Und plötzlich war der Nordpol und die Polarstern mit Crew in jedermanns Wohnzimmer. Mehrseitige Berichte auf allen Kontinenten der Erde und eine Konferenz mit den Astronauten der ISS gehörte genauso dazu wie Grüße des Bundespräsidenten und seiner Frau und viele Einfälle der Freunde und Familien. Berührend auch die ganzen Zuschriften von Kindern und Erwachsenen, mit Job-Bewerbungen, Fragen und Lob. Aber manchmal wurde ich auch wehmütig, weil man ja ahnt, dass manche der Beobachtungen und Bilder von einer Landschaft zeugen, die vielleicht verschwinden wird, wenn wir den Klimawandel nicht stoppen.

01 Prof. Dr. Antje Boetius, Direktorin des Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrums für Polar- und Meeresforschung (AWI)

DWD:

Sie haben die Daten, die während der einjährigen Expedition gewonnen wurden, als „Geschenk an die ganze Menschheit“ bezeichnet, damit mit dem neuen Wissen richtige Entscheidungen getroffen werden. Was passiert nun mit all diesen riesigen Datenmengen und welche Entscheidungen halten Sie für erforderlich?

Antje Boetius:

Das Team ist seit Ende Oktober wieder zurück, mittlerweile sind die Proben verteilt und die Datensätze ausgelesen. Es wird daran gearbeitet, das zentrale Datenmanagement zu komplettieren und eine Strategie für die zweite Runde Veröffentlichungen und Kommunikationen erarbeitet mit den internationalen Partnern. Leider sind durch die Pandemie direkte Treffen und Workshops weiter ausgeschlossen, aber der Koordinator, Markus Rex und die MOSAiC-Teams arbeiten an den Verwertungen. Einiges über Atmosphäre und Eis ist schon unterwegs, aber andere Auswertungen und vor allem die langwierigen biologischen Arbeiten werden das Team noch lange beschäftigen. Es gibt auch viele interdisziplinäre Vernetzungen, zum Beispiel wie bestimmte Wetterlagen und Eisdynamiken auf den Gasaustausch, das Leben im Meer oder eben auch andere Regionen wirken. Das ist dann immer etwas aufwändiger, verschiedene Datensätze zusammenzubringen. Und die große Kür ist dann die Verbesserung der Modellierung zu Atmosphäre, Eis und Ozean sowie ihrer Fernwirkung, dazu müssen viele Datensätze eingeordnet werden.

Was die „richtigen Entscheidungen“ angeht, so ist vor allem wichtig zu verstehen, was passieren muss, damit ein großflächiges Abschmelzen von Meereis abgewendet werden kann.

Da kommt man schnell auf direkte Zusammenhänge zur CO₂-Emission der Menschheit, aber auch zu Fragen anderer Treibhausgase

wie Methan. Eine sofortige Empfehlung ist angesichts der beobachteten Hitzewellen in der Arktis und der extrem schnellen Schmelze in manchen Regionen, dass wir keine Zeit zu verlieren haben, wenn es um den Ersatz fossiler Brennstoffe durch regenerative, klimaneutrale Energien geht. Wir denken oft zu linear, während die Natur uns zeigt, dass es Wechselwirkungen gibt, die auf kleiner Skala ablaufen, oft unbeobachtet von uns – aber skaliert auf globale Prozesse den Klimawandel verstärken. Daher müssen wir noch ehrgeiziger beim Klimaschutz werden, das haben uns die MOSAiC Beobachtungen gezeigt.

DWD:

Wird es jemals wieder eine solche Expedition geben?

Antje Boetius:

Die MOSAiC-Expedition als Arktisexpedition der Superlative ist und bleibt einzigartig. Was wir von 2019 bis 2020 unter enormen logistischen Herausforderungen gemeinsam mit internationalen Partnern geleistet haben, könnte allein aus Kostengründen nicht schnell wiederholt werden. Ich drücke aber sehr die Daumen, dass ein zweiter internationaler Plan, nämlich die Panarktische Untersuchung des Permafrostes, genannt T-MOSAiC, sprich „Terrestrisches MOSAiC“, noch stattfinden kann. Insgesamt muss ich sagen, dass ich es für wichtig halte, immer wieder internationale Beobachtungskampagnen für Klima, Natur und Umwelt zu organisieren – zusammen lernt man nicht nur mehr und kann viel mehr Messtechnologien verknüpfen, es ist auch einfach so wichtig, dass wir diese Kultur des internationalen Lernens, Erkennens und Handelns üben.

DWD:

Stichwort Klimawandel: Sowohl AWI als auch DWD beobachten und erforschen den vom Menschen verursachten Klimawandel. Wo sehen Sie Gemeinsamkeiten, wo Unterschiede?

Antje Boetius:

Wir arbeiten ja viel zusammen in den Polarregionen und auf den Meeren und haben dabei eine sehr gute Aufgabenteilung. Grundsätzlich arbeiten Helmholtz-Zentren anders als Ressortforschungseinrichtungen, aber wenn es darum geht den Klimawandel zu verstehen, so ist es für beide wichtig, direkte Beobachtungen zusammen zu führen, durch Technologien wie Klimarechnen die Prognosen zu verbessern und dann auch Wissen mit der Gesellschaft zu teilen.

DWD:

Viele junge Menschen engagieren sich für den Umwelt- und Klimaschutz. Was wäre Ihre wichtigste Botschaft für sie?

Antje Boetius:

Die Fridays4Future-Kampagne hat weltweit inzwischen eine breite Öffentlichkeit zum Thema Klimawandel und notwendiger Umbau der Gesellschaft erreicht. Sie haben viel vorangebracht, weil sie das Thema nicht nur emotional und empathisch angegangen sind, sondern sich dabei breit und zumeist enorm gut informiert auf die wissenschaftliche Erkenntnis beziehen. Meine Botschaft wäre: „Durchhalten und weiter für die Zukunft einstehen“ – denn ich weiß von vielen, dass es schwer ist, in diesen Zeiten Mut und Zusammenhalt sowie Fortschritt zu erleben.

DWD:

Wissenschaft tut sich häufig schwer, komplexe Inhalte verständlich und nachvollziehbar zu erklären. Einer Ihrer Themenschwerpunkte ist die Wissenschaftskommunikation. Was konkret können Wissenschaftler*innen denn tun, um ihre Erkenntnisse so zu kommunizieren, dass damit dringend notwendige Veränderungen passieren, wie z. B. beim Klimawandel?

Antje Boetius:

Wir haben in den Wissenschaften einen recht klaren Auftrag: Forschung, Lehre und Transfer. Die Kommunikation mit der Gesellschaft ist in allen drei Säulen der Wissenschaft enthalten. Zu unserer gesellschaftlichen Verantwortung gehört es zudem, über Risiken zu sprechen. Das schließt unangenehme Wahrheiten ein, wie zum Beispiel die Verantwortung unserer Generation, die Erderwärmung zu stoppen und nicht kommenden Generationen die Lebensgrundlagen zu entziehen. Wir Wissenschaftler*innen merken aber auch, wenn wir uns an der öffentlichen Debatte engagieren, wird uns oft viel mehr als nur die Fakten unserer Forschung abverlangt. Oft geht es um Einordnung: Fragen zur Ethik, Ökonomie, sozialen Gerechtigkeit, zu Gefühlen und Haltungen prasseln da schnell auf uns Polarforscher ein, die wir ja zeigen müssen, wie schnell das Objekt unserer Forschung sich ändert. Man muss es schaffen, breit zu denken, zuzuhören und dabei aber auch zu klären, wo man als Wissenschaftler*in auf Basis seiner eigenen Forschung spricht und wo man Ergebnisse und Informationen wie auch Einschätzungen zusammenzieht, als denkender Mensch, als verantwortlicher Bürger.

DWD:

2019 erhielten Sie das Bundesverdienstkreuz für Ihr Engagement u. a. in der Ozeanforschung. Der Bundespräsident mahnte mit Worten „Mut zur Zukunft: Grenzen überwinden“. Welche Grenzen sollten Wissenschaftler*innen Ihrer Ansicht nach überwinden?

Antje Boetius:

Für mich ist es essentiell, die Grenzen meiner eigenen Disziplin und meines immer noch beschränkten Wissens zu überwinden. Ich lerne die ganze Zeit dazu. Als Forscherin treibt mich meine Neugier an, die Erde und das Verhältnis zwischen Mensch und Natur umfassend zu verstehen. Unser wissenschaftliches Wissen trägt natürlich bei, gesellschaftliche Aufmerksamkeit zu schaffen, zu warnen, aber auch Lösungen zu finden. Aber viele Fragen zu Klimawandel und Zukunftsgestaltung sind zutiefst ökonomisch, ethisch, philosophisch, haben mit der Frage zu tun „Wie sind wir nur soweit gekommen und wie kommen wir schnell wo anders hin“. Und da versuche ich alles aufzusaugen, was ich an Wissensquellen finde, um das, was ich beobachte, besser einordnen zu können und nicht entmutigt zu werden.

DWD:

Welche Aufgabenschwerpunkte sehen Sie beim AWI in den nächsten Jahren?

Antje Boetius:

Wir haben gerade ein neues Forschungsprogramm begonnen, gemeinsam mit den anderen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft, die im Bereich „Erde und Umwelt“ forschen. Es heißt „Erde im Wandel: Unsere Zukunft erhalten“. Klimawandel, Artensterben, Umweltverschmutzung wie auch Naturrisiken zählen zu den größten Herausforderungen unserer Zeit. Wir wollen die Funktionen der Erde und die natürlichen Lebensgrundlagen mit einem systemischen Ansatz erforschen, von der Landoberfläche über die Ozeane bis hin zu den entlegensten Polarregionen.

Wir hoffen, gemeinsam mit fundiertem Wissen über das System Erde, innovativen Technologien, strategischen Lösungsansätzen und Handlungsempfehlungen für die Politik den Weg in eine nachhaltige Zukunft unterstützen zu können, natürlich mit vielen Partnern wie auch dem DWD.

DWD:

Zum Abschluss eine persönliche Frage: Wenn Sie Alfred Wegener heute begegneten, welche Frage würden Sie ihm als erstes stellen und warum?

Antje Boetius:

Ich habe zwei, eine eher fröhliche und eine traurige, die würde ich beide stellen wollen:

Lieber Alfred Wegener, wie genau hat sich das angefühlt, die Puzzlesteine einer der größten Erkenntnisse aller Zeiten zu finden und zu einem Bild zusammenzusetzen: Die Kontinente, der Boden, auf dem wir stehen, driftet dahin, die Erde ist tektonisch aktiv und nichts bleibt wie es mal war. Das war bestimmt ein unglaublich schöner Heureka-Moment, oder?

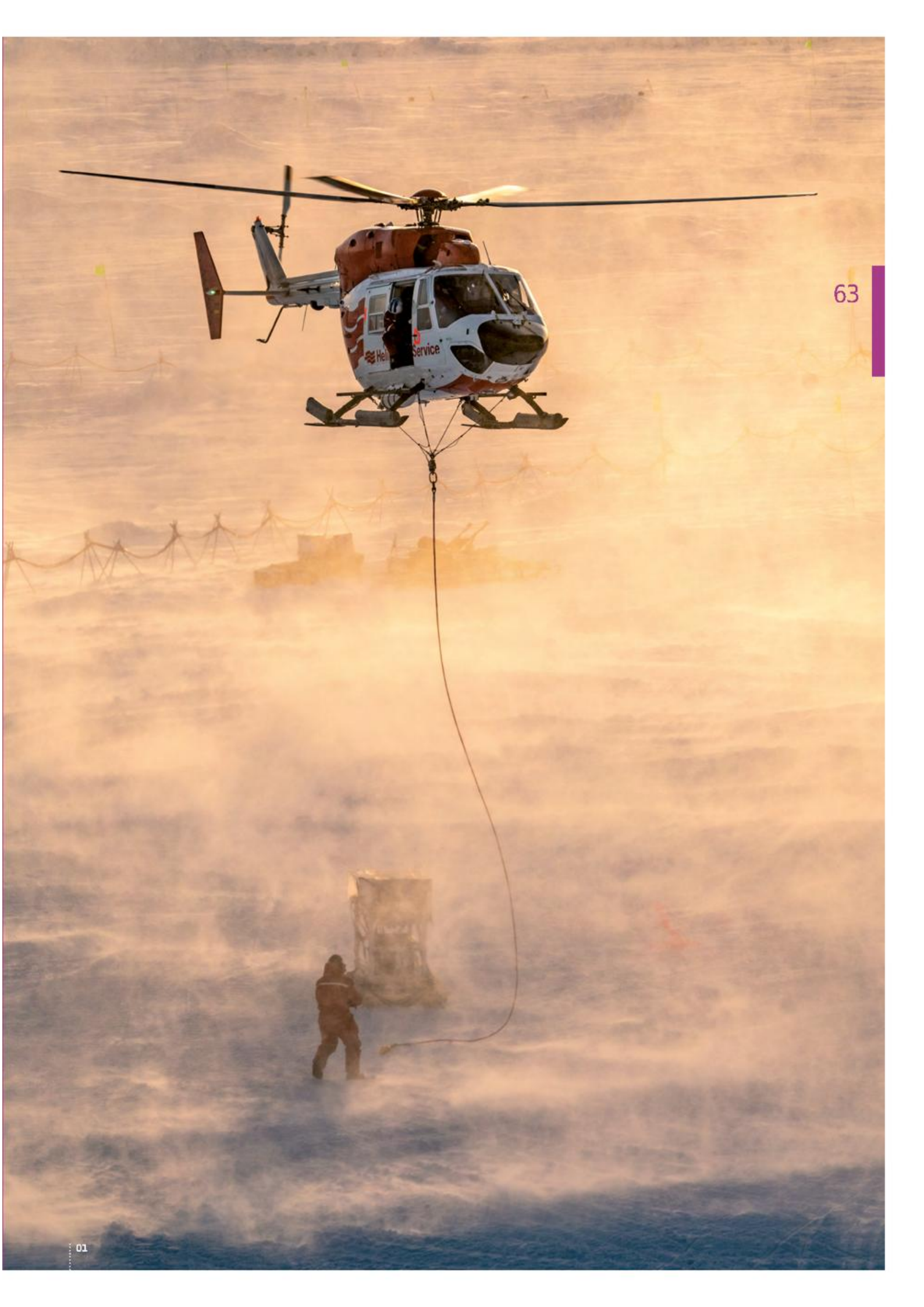
Lieber Alfred Wegener, Sie haben geschrieben „Was auch immer geschieht, die Sache (Expedition) darf nicht darunter leiden! Sie ist unser Heiligtum, sie bindet uns zusammen, sie muss hochgehalten werden unter allen Umständen, auch mit den größten Opfern.“ Was genau hat Sie bei Ihrer Grönlandexpedition so sehr angetrieben, dass Sie das Leben Ihrer Expeditionsteilnehmer und Ihrer selbst aufs Spiel gesetzt haben?

DWD:

Wir danken Ihnen sehr, Frau Boetius, für dieses ausführliche und spannende Interview!

Finale

01 Helikopter im Einsatz: Nur bei geeignetem Wetter und mit entsprechender Flugwetterberatung des DWD-Bordmeteorologen flog die bordeigene Helikopter ihre Einsätze. Dabei wurden unter anderem Messflüge im weiteren Umfeld der Polarstern durchgeführt, um beispielsweise die Eisdicke zu messen. Als die Eisscholle, an der Polarstern angedockt war, nach und nach zerbrach, konnten einige Messstationen nicht mehr zu Fuß oder per Schneemobil erreicht werden. Daher mussten mit dem Helikopter Sensoren „gerettet“ werden.



Jährliche Arbeitsergebnisse und Leistungen

Rund **90.000** Vorhersagen, rund **164.000** Wetter- und Unwetterwarnungen

Gut **14.000** Beratungen/Gutachten zu Wetter und Klima für Behörden, Katastrophenschutz
und andere Kunden

Rund **470.000** Vorhersagen und Warnungen für die Luftfahrt

Rund **24.000** telefonische Beratungen für Luftfahrt

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

mit rund **370 Millionen** Aufrufen

Rund **200.000** Berichte, Warnungen und Beratungen für die Seeschifffahrt, den Küstenschutz
und Offshore-Unternehmungen

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

3 Agrarmeteorologische Beratungsstellen

181 hauptamtliche Wetterwarten, Flugwetterwarten und Wetterstationen

Flugwetterbeobachtung an **23** Regionalflughäfen

1.737 nebenamtliche Wetter- und Niederschlagsstationen,

davon melden **836** Online-Stationen halbstündlich

1.098 phänologische Beobachtungsstellen

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

101 automatische Bordwetterstationen

448 Stationen der freiwilligen Wetterbeobachtung auf See auf Schiffen

5 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

4 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

18 Wetterradarstandorte in Deutschland

2 Meteorologische Observatorien

10 Radiosonden-Stationen mit jährlich rund 7.000 Ballonaufstiegen

48 Stationen mit Radioaktivitätsmessung

3 Mobile Messeinheiten

7 automatische Klimagas-Messstationen an hohen Türmen

Zahlen zum Haushalt des DWD

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:



Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:



Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2020 wie folgt:



Die Zuweisungen/Zuschüsse gingen 2020 an folgende Organisationen (mit Fremdkapitel):



¹ Statistisches Bundesamt: Schätzung 83,190 Millionen Einwohner für Ende September 2020

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2020

2.156,5

2019

2.171,0

2018

2.178,5

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2020

2.187

2019

2.216

2018

2.248

Davon Männer

Davon Frauen

1.363

824

Davon Männer

Davon Frauen

1.384

832

Davon Männer

Davon Frauen

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

Wie sein Vorgängermodell GME berechnet das DWD-Wettervorhersagesystem **ICON** die Vorhersage auf der Basis

eines den **Globus** vollständig **umspannenden Dreiecksgitters**. Insgesamt beträgt

die **Zahl der Dreiecke** bei 13 km Maschenweite **2.949.120**. Die Atmosphäre

wird dabei in 90 Schichten zwischen 0 und 75 km Höhe eingeteilt. Die Erdatmosphäre wird demnach im ICON

durch $2.949.120 \times 90 =$ **265 Millionen** Gitterpunkte beschrieben.

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**

172 wissenschaftliche Publikationen, davon **157** in internationalen „peer-reviewten“ Fachjournalen

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

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.

Erfassung von über **1.300** neuen Starkregenereignissen in Deutschland

(Seit 2001 hat der DWD über 22.500 Starkregenereignisse erfasst.)

Zu guter Letzt:

Atmosphärenmessnetz für Klimagase des Deutschen Wetterdienstes vollständig

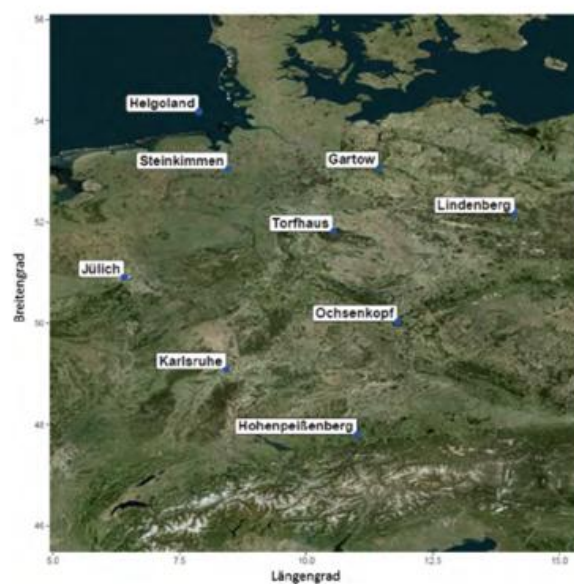
Seit Anfang August 2020 ist das Atmosphärenmessnetz des Deutschen Wetterdienstes für ICOS vollständig in Betrieb. ICOS steht für Integrated Carbon Observation System und ist eine Europäische Forschungsinfrastruktur, die Treibhausgase und deren Austausch in der Atmosphäre, in Ökosystemen und Ozeanen misst. Auf Helgoland wurde die neunte und letzte Station des Atmosphärennetzwerks in Deutschland in den operationellen Betrieb überführt.

Das umfangreiche ICOS-Netzwerk wird im Endausbau rund 140 Stationen in Europa umfassen. Der DWD betreibt in Deutschland über sein Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg (MOHp) das Beobachtungsnetz für die Atmosphäre und baut gemeinsam mit Partnern das Integrierte Treibhausgas-Monitoringsystem (ITMS) für Deutschland auf. Gefördert wurde der Aufbau des deutschen ICOS-Teils vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und der Betrieb vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie Eigenmittel der beteiligten Institutionen.

01

01 Atmosphärenmessnetz des DWD im Rahmen des ICOS-Projekts

Deutsches ICOS Atmosphärennetzwerk





02

Überwachung von Klimagasen in verschiedenen europäischen Regionen

Das System wurde 2015 als europaweite Umweltforschungsinfrastruktur von der Europäischen Kommission ins Leben gerufen. Damit sollen Langzeitbeobachtungen der Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) in Europa durchgeführt und allen interessierten Nutzern verfügbar gemacht werden. Übergeordnetes Ziel ist ein besseres Verständnis der Treibhausgaskreisläufe, vor allem des Kohlenstoffkreislaufs. ICOS besteht aus den drei Beobachtungsnetzen Atmosphäre, Ökosysteme und Ozeane. Das MOHp des DWD ist verantwortlich für den Aufbau und den Betrieb des Atmosphärennetzes in Deutschland.

Die ICOS-Messsensorik befindet sich an neun Türmen, verteilt über ganz Deutschland. Die neunte Station auf Helgoland ist am Sendemast der Deutschen Funkturm GmbH mit Sensoren in 60 und 100 Metern Höhe installiert. Die Messungen erfolgen vollautomatisch, die Daten laufen auf einem zentralen Server mit den Daten der anderen DWD-ICOS-Stationen zusammen.

Die ICOS-Daten fließen mit Flugzeug-, Satelliten- und anderen Daten in ein integriertes Treibhausgas-Monitoring System (ITMS) ein. Mit diesem System lassen sich die Kohlenstoff-Emissionen und -Senken in Europa bestimmen. Es schafft somit die Voraussetzung, die beschlossenen europäischen Minderungsmaßnahmen bei Treibhausgasemissionen zu überwachen.

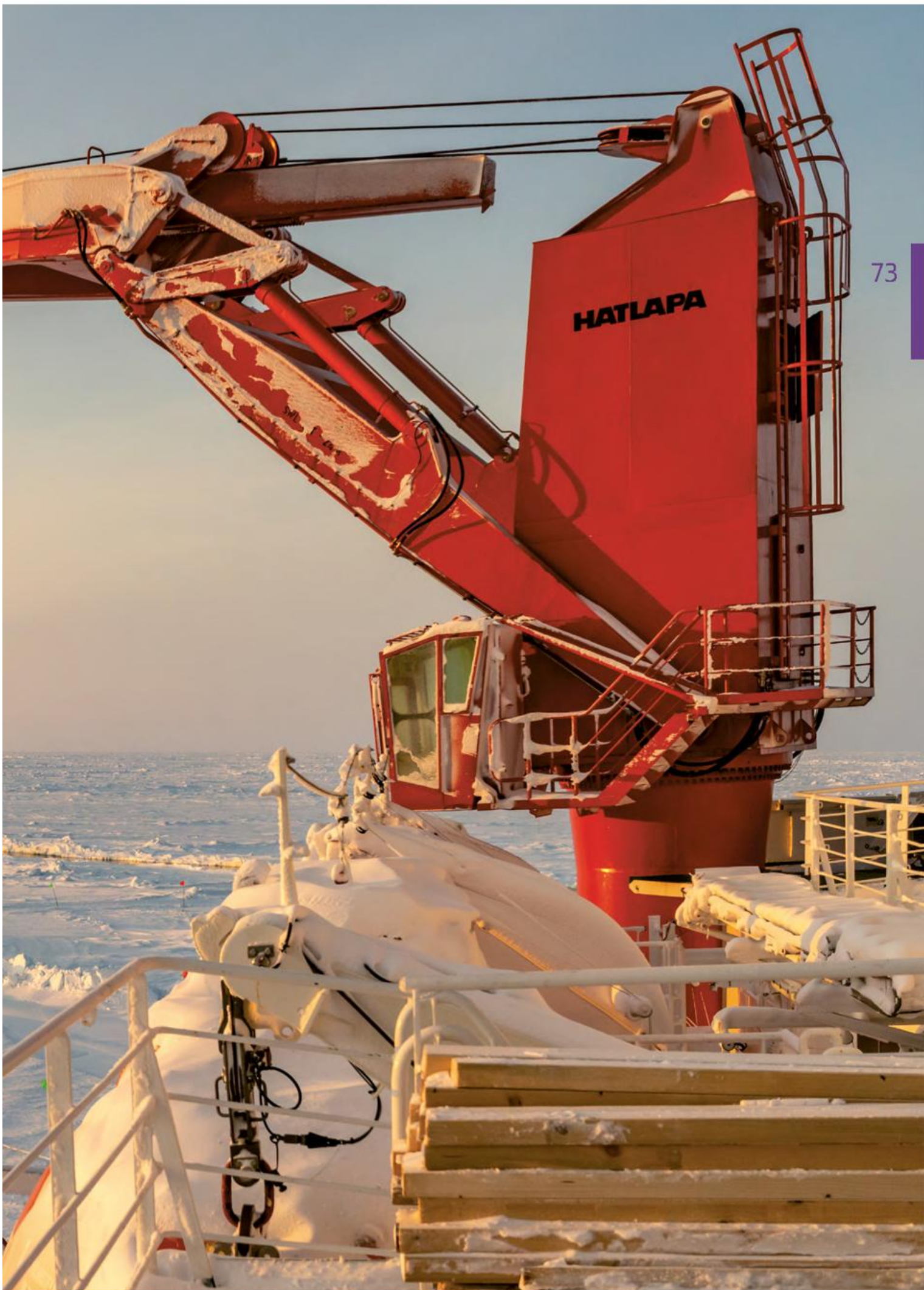
02 DWD-Mitarbeitende installieren in luftiger Höhe Ausleger mit Windsensor und Filter der Ansaugleitung auf dem Helgoländer Sendeturm.

Das ITMS baut der DWD mit Partnern und Förderung des BMBF auf, es soll ab 2022 erste Ergebnisse liefern. Wesentlich hierbei ist die Nutzung aller verfügbaren Beobachtungsdaten und des meteorologischen ICON-Modells, mit dem Transportvorgänge der Klimagase beschrieben und letztlich die Konzentrationsdaten auf Emissionen zurückgeführt werden können. Ergebnisse des ITMS werden es ermöglichen, die weitere Entwicklung des Klimawandels besser zu verstehen und sowohl Prognosen als auch effektive Minderungsmaßnahmen zu entwickeln. Ein Nebennutzen der ICOS-Türme ist, dass die von Helgoland bis Hohenpeißenberg gewonnenen meteorologischen Daten für bessere Windprognosen in der Nabhöhe von Windkraftanlagen verwendet werden, die der DWD Energieunternehmen zur Verfügung stellt.

Kontakt, Impressum und Quellen

01 Auch wenn der Hauptteil der Scholle noch intakt war, wurden schon Mitte März täglich mit Sorge die Bewegungen des Eises beobachtet. Schwere Gerät, wie der Pistenbuli wurde daher regelmäßig auf das Schiff gehievt, um es bei schweren Eisaufrüchen nicht zu verlieren. Dies war immer erst dann möglich, wenn der Helikopter nicht mehr im Einsatz war und sich bereits im Hangar befand, so dass auf dem Helikopter-Deck Platz für den Pistenbuli war.





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 BMVI

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

Quellen

Seite 18

Finnland:

<https://ilmatieteenlaitos.fi/tiedote/EltRuXy4rGloHFEAnWtXx>

Schweden:

<https://smhi.se/klimat/2.1199/aret-2020-meteorologi-1.166700>

Estland:

<http://ilmateenistus.ee/2021/01/eriliselt-soe-2020-aasta/>

Frankreich:

<https://meteofrance.com/actualites-et-dossiers-0/2020-lannee-la-plus-chaude-en-france-depuis-1900>

Niederlande:

<https://knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/record-warm-en-zeer-zonnig-2020>

Schweiz:

<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/aktuell/meteoschweiz-blog.sub-page.html/de/data/blogs/2020/12/2020--extrem-warm--sonnig-und-starke-nieder-schlaege.html>

Seite 26

Feser, F.; B. Tinz (2018): Stürme über den Nordatlantik und Nordeuropa. In: Lozán, J.L.; S.-W. Breckle, H. Graß; D. Kasang; R. Weisse (Hrsg.). Warnsignal Klima: Extremereignisse. pp. 201 – 206.

<http://www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de/wetterextreme/>

Seite 35

Geophysical Research Letters, DOI

<https://doi.org/10.1029/2020GL091987>

Seite 44

Kaspar, F., D. Niemann, M. Borsche, S. Fiedler, J. Keller, R. Potthast, T. Rösch, T. Spanghel, and B. Tinz 2020: Regional atmospheric reanalyses based on the COSMO model of Deutscher Wetterdienst: Review of evaluation results and application examples with a focus on renewable energy. *Adv. Sci. Res.*, 17, 115 – 128

<https://doi.org/10.5194/asr-17-115-2020>

Abbildungen

Quelle

Seite

Christian Rohleder, DWD

Titel, 4, 8/9, 10, 15, 16, 27, 31, 33, 36, 39 (oben), 43, 44 (unten), 45, 48, 49, 54, 55, 56/57, 63, 72/73, Poster Vorderseite (1)

Bernd Lammel, Bild-Kraftwerk

7, 47

Deutscher Wetterdienst

11, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 32, 34, 37 (unten), 38, 39 (Mitte), 40, 41, 44 (oben), 46, 50, 70, 71, Poster Vorderseite (5), Poster Rückseite

NOAA/DWD

12

Maria Carvalho, DWD

37 (oben)

DWD/Nationalpark

42

Frank Rückert, DWD

52

Stefan Lünser, DWD

53 (links)

Wolfgang Große, DWD

53 (rechts)

Esther Horvath, AWI

59

Frank Kahl, DWD

Poster Vorderseite (2)

Horst von Bargaen

Poster Vorderseite (1)

Titel 23. März 2020, Position der Polarstern bei 15,8°E und 86,2°N, Lufttemperatur -27 °C: In der Scholle, an der das Forschungsschiff angedockt hatte, um mit ihr durch das Nordpolarmeer zu driften, kam es immer wieder zu Rissen. Ist die Temperatur sehr niedrig, entwickelt sich durch die frischen Risse im Eis sehr schnell Seerauch, wie zu diesem Zeitpunkt in der Nähe der Sensoren in MetCity - einer der sogenannten Satelliten-Messstationen, die wie ein Netzwerk um das Forschungsschiff angeordnet waren.



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:





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.

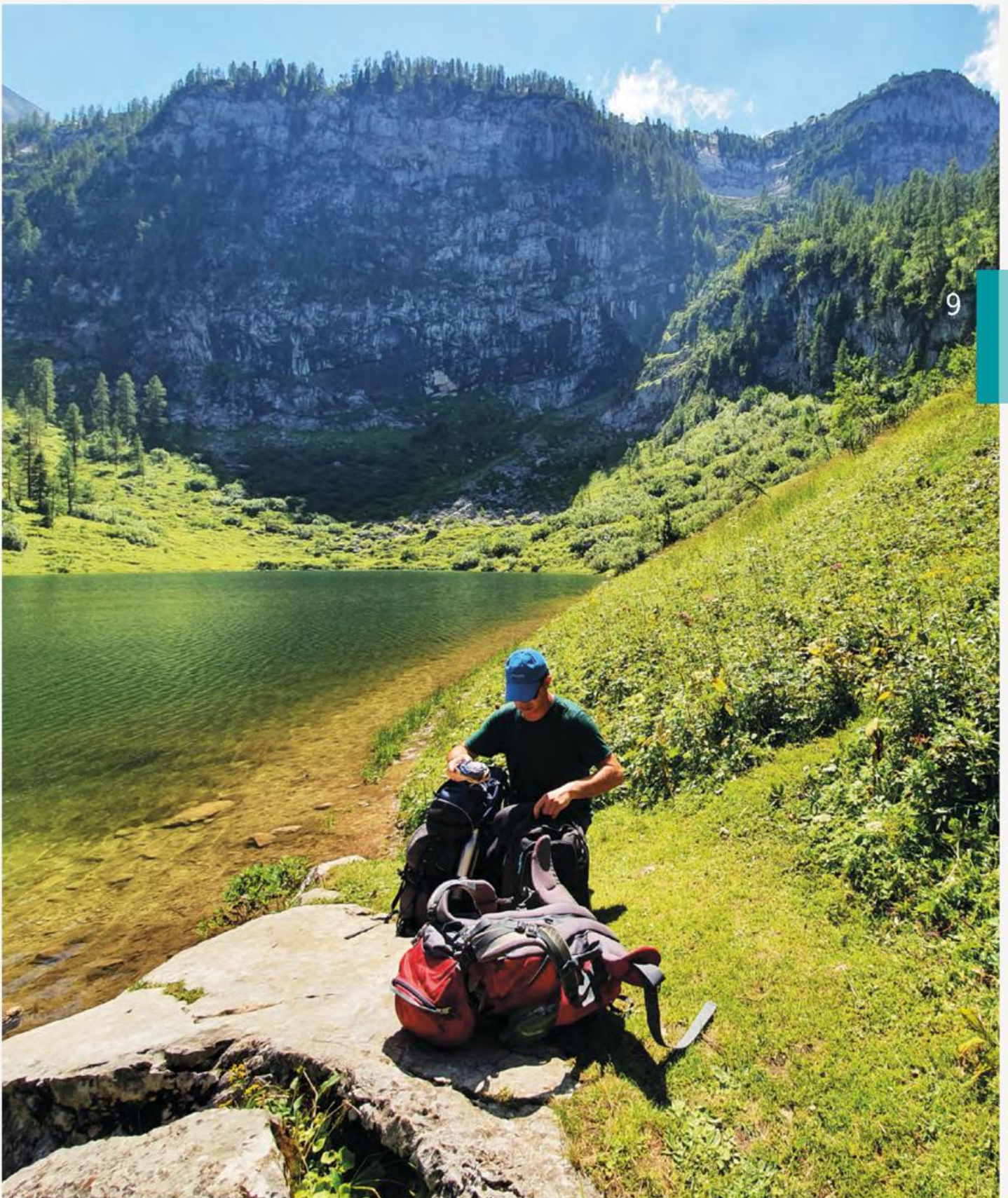
Ich lade Sie ein, sich darüber und über weitere Themen im vorliegenden Jahrbuch zu informieren und wünsche Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, spannende Einblicke in die Welt von Wetter und Klima!

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

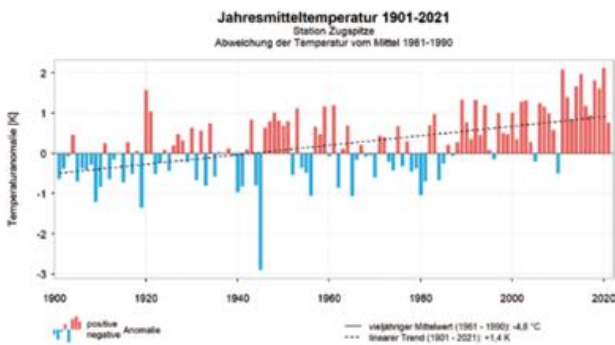
An seiner Niederlassung in München hat der Deutsche Wetterdienst im dortigen Regionalen Klimabüro das Know-how-Zentrum für Alpine Klimatologie angesiedelt. Ziel: Alpen-spezifische Fragestellungen wissenschaftlich zu untersuchen, das meteorologische und klimatologische Wissen über den Alpenraum im DWD 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

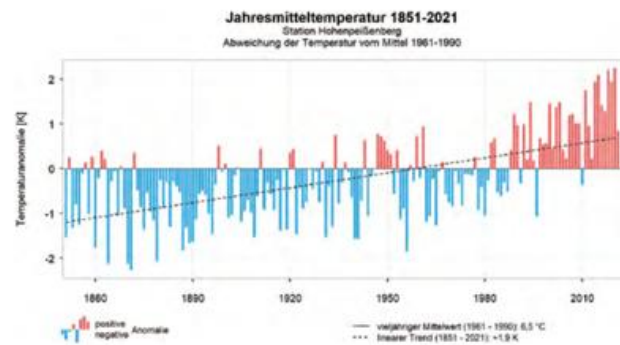
Die Alpen als zentrale Gebirgskette in Europa sind eines der wertvollsten Trinkwasserreservoirs in Europa. Gletscher und Quellen versorgen über Bäche und Flüsse ganzjährig viele Regionen mit Trinkwasser und speisen wichtige Wasserstraßen wie Rhein, Donau und Rhône. Die Alpen stellen einen der größten 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.

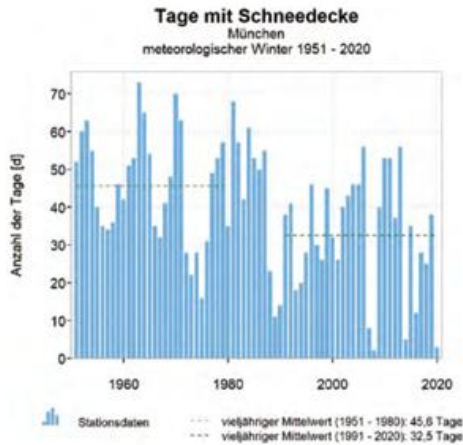
Das Klima und seine Veränderungen zu untersuchen, zu analysieren, das Wissen zu bündeln und daraus Grundlagen für Beratungen sowie Entscheidungen zu liefern – hier setzt die wissenschaftliche Arbeit des DWD-Know-how-Zentrums für Alpine Klimatologie an. Dabei arbeitet das Zentrum mit zahlreichen Partnern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

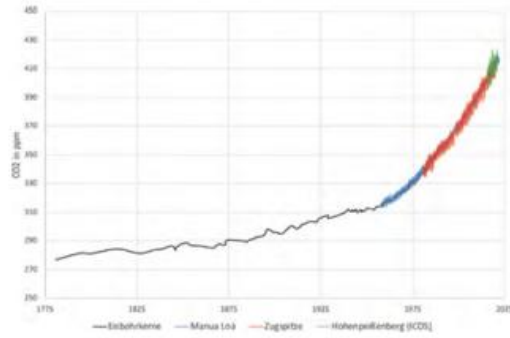


01

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 überall 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 (Aerosol, Clouds and Trace gases Research Infrastructure) 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 Feedback-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

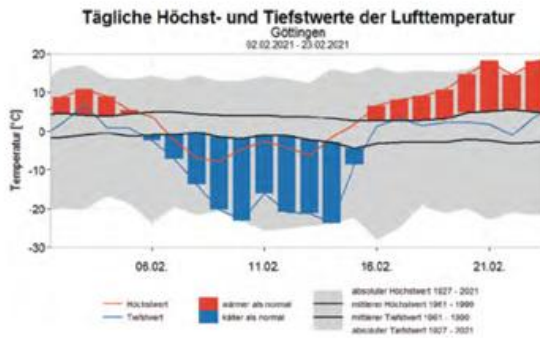
Deutschland lag in der ersten Februarhälfte unter dem Einfluss kalter polarer Luftmassen, die zu einer intensiven Kältewelle und ergiebigen Schneefällen besonders in der Mitte Deutschlands führten. In der zweiten Februarhälfte wurden die kalten Luftmassen durch subtropische Luft zurückgedrängt. Dies 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 frühlinghaft 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.

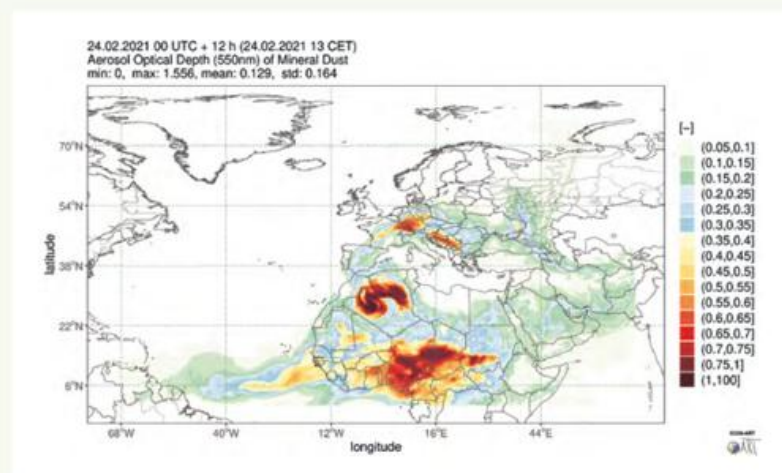
Die warme Luft erreichte auch die östlichen Bundesländer, so dass in Brandenburg am 25.2.2021 das erste Mal Temperaturen über 20 °C in diesem Bundesland im Februar beobachtet wurden. In Cottbus und in Klettwitz kletterte das Thermometer auf 20,6 °C bzw. 20,1 °C. Mit dem Durchzug einer Kaltfront am 26.2.2021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

Klimatologische Einordnung

Trotz der intensiven Kälteperiode in der ersten Monathälfte 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)

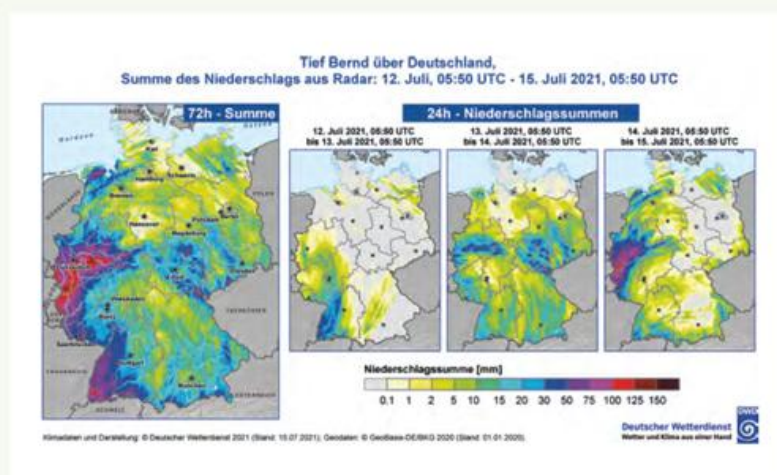


Abb. 1

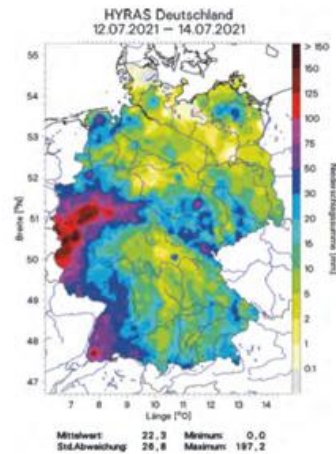


Abb. 2a

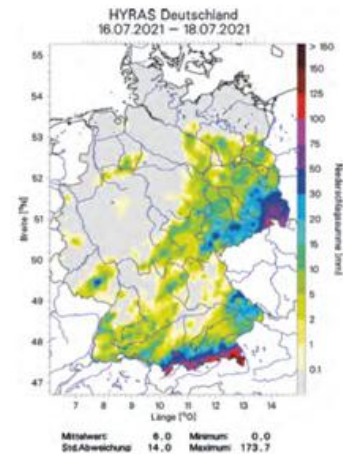


Abb. 2b

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 Erdrutsche, die lokal zu erheblichen Schäden führten.

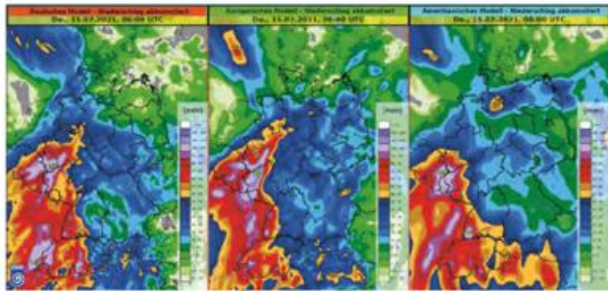


Abb. 3

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 **Reifenmengen örtlich begrenzt über 200 l/m²** (bis zu 200 l/m²) zu erwarten sein. Das Auftreten und die örtliche Engpassung 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 50 l/m² und 90 l/m² erwartet. Im Warnzeitraum ziehen mehrere, teils gewitterte Starkregengebiete hinweg, die Regenmengen zwischen 20 und 60 l/m² innerhalb weniger Stunden oder bis 30 l/m² in kurzer Zeit bringen können. Akkumuliert sind bis Donnerstagfrüh stichweise deutlich höhere Regenmengen zwischen 100 und 150 l/m² 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, 06:00 MESZ
bis: 15.07.2021, 06:00 MESZ

Es tritt extrem ergiebiger Dauerregen mit Unterbrechungen auf. Dabei werden Niederschlagsmengen zwischen 50 l/m² und 150 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.

- 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).



Abb. 5

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

Abb. 8a, 8b und 8c

Active 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)

- 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/m^2 innerhalb von 24 h hingewiesen wurde.
- Sämtliche Warnungen wurden gleichzeitig über die [Internetseite des DWD](https://www.dwd.de) 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. 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

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.

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.

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.



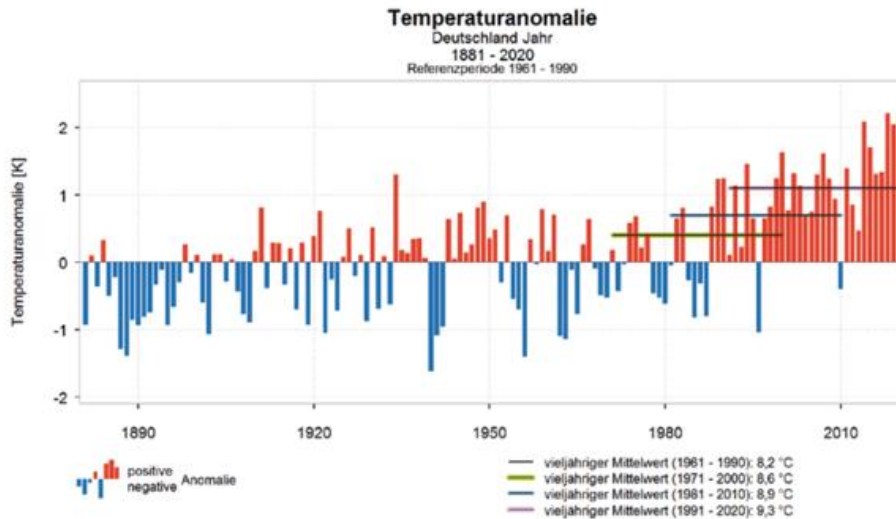
oben

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.



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.

oben

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

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 Monathälfte, 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 durchwachsener 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 Icosaeder-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 variatorische 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

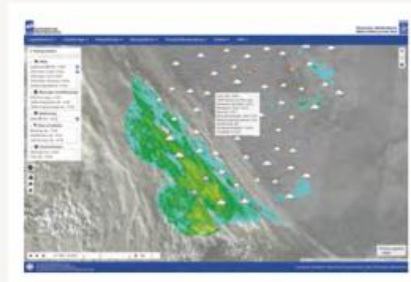


**oben links**

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

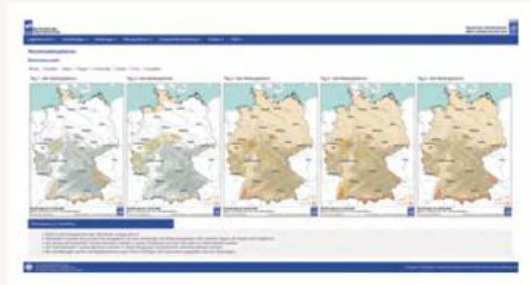
- Über 2.500 registrierte Stellen im Katastrophenschutz
- Über 100.000 individuelle Freischaltcodes für die DWD-WarnWetter-App
- Über 20 Millionen Seitenaufrufe pro Tag in Unwetterlagen

**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

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.

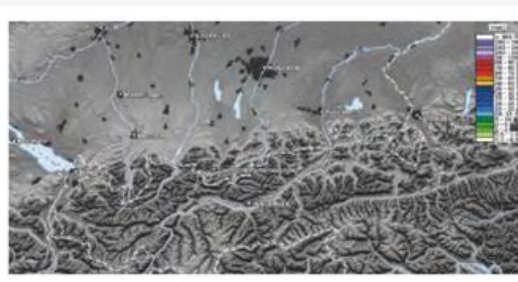


Abb. 2



Abb. 3

Abb. 3

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

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.

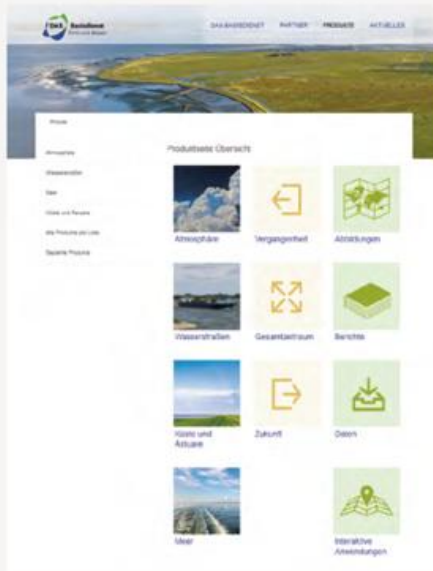
Für die Anpassung des Verkehrssystems an die Auswirkungen des Klimawandels und an extreme Wetterereignisse, aber auch für viele weitere Handlungsfelder der DAS, werden fortlaufend aktuelle und belastbare Datengrundlagen und Informationen für klimatologische, ozeanographische und hydrologische Parameter 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 Klimaservice 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 Suchergebnis-seite 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

Erkennnisse 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 großfläch-

gen 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.

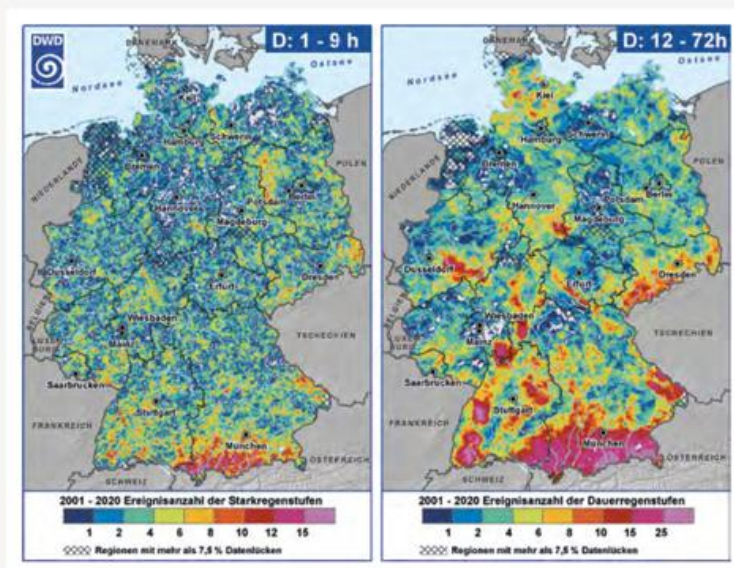


Abb. 1



oben

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

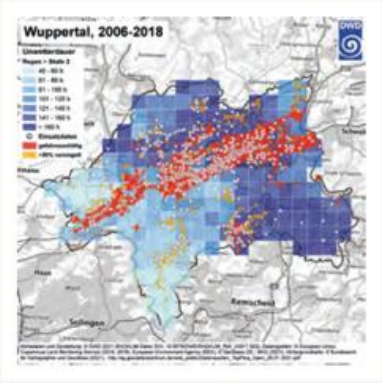
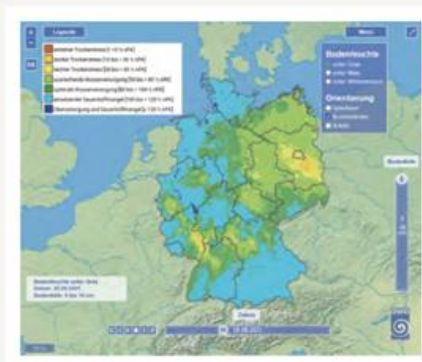


Abb. 2

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: Wengleich 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 Schadwirkung 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 Bodenfeuchtesituation 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 Schneebrett 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 Schneebrett.

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 Bojennetzwerkes 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

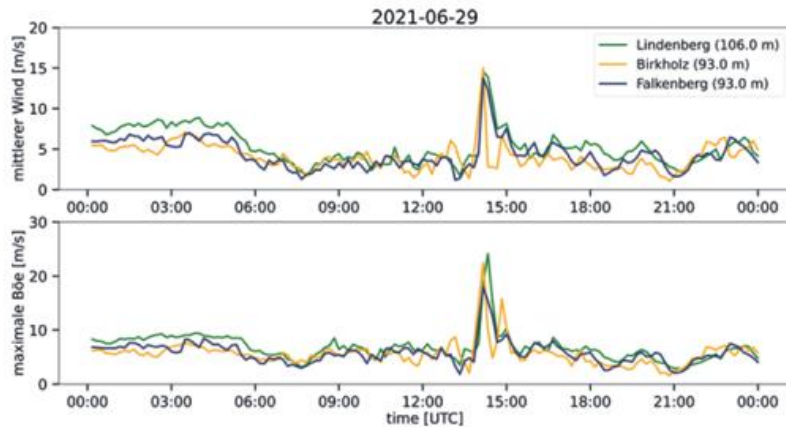
Das Kürzel ACTRIS steht für **A**erosol, **C**louds and **T**race Gases **R**esearch **I**nfra**S**tructure – eine Forschungsinfrastruktur für Aerosole (Feinstaubpartikel), Wolken und Spurengase (sogenannte kurzlebige Klimatreiber, englisch: „short lived climate forcers“, SLCF). Jedes dieser Themen wird 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-Messtationen 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 Grenzschichtmessfeld 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 Hochwasserwarnsystem 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 sechsmönatigen 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 „AMBAY_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 Diplomatenpost 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 Literaturdatenbanken 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 Zugspitz-platt

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.

Im Gespräch

rechts

Wartung der automatischen Klimastation am Watzmannhäus, 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 Gletscherrückgang, zunehmende Steinschlaggefährdungen, bestimmte Routen sind nicht mehr begehbar. Hinzu kommt das Thema Wasserverfügbarkeit, 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 Permafrostes 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 Klima-
station des Bayerischen
Lawinenwarndienstes
auf Kühroint im Natio-
nalpark 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 Selbstbriefingsystemen 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:

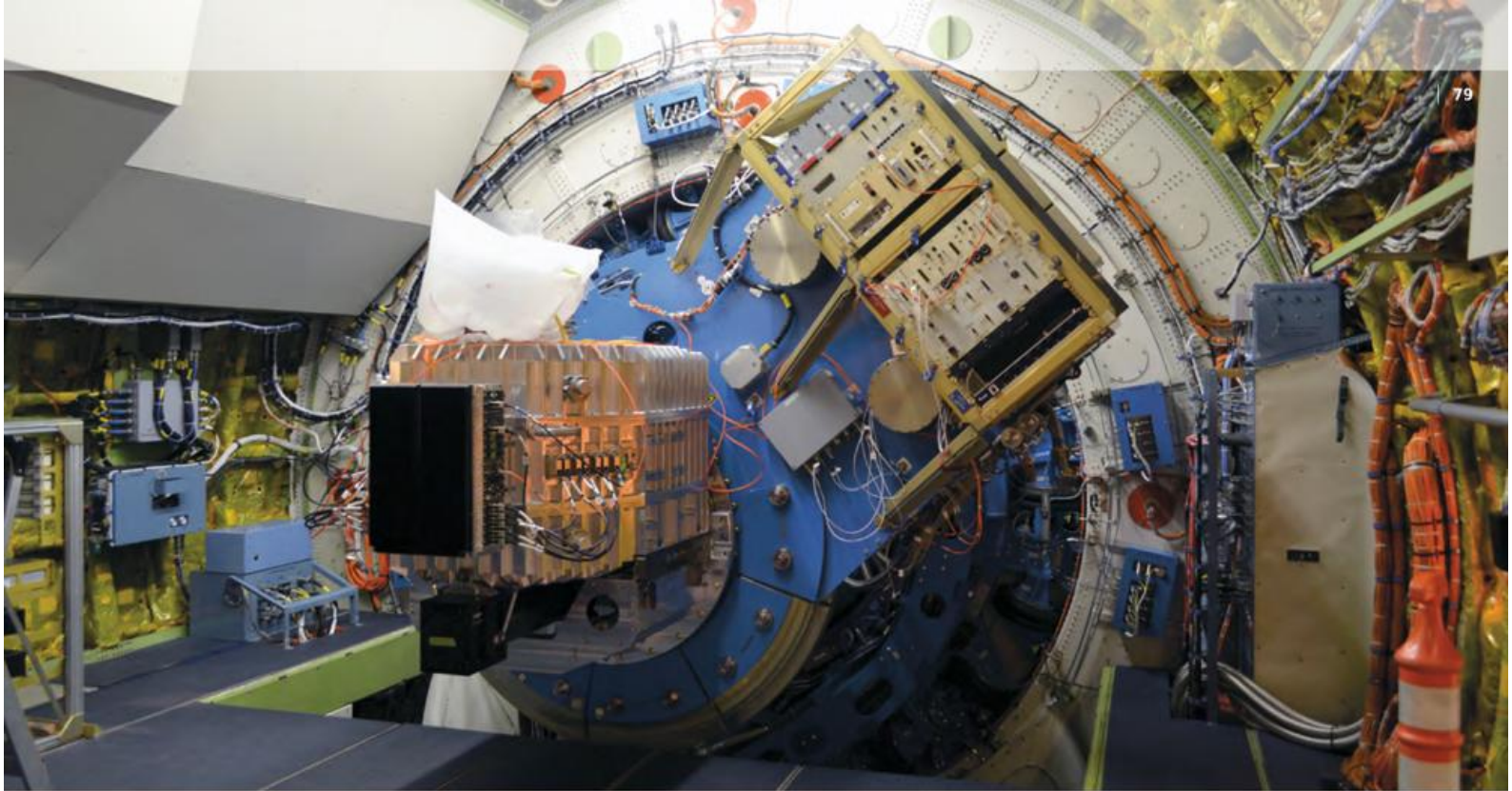
Flugwetterberatungen für das „fliegende Teleskop“ von SOFIA

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 Enteisung 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 Ripodas, 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., Perláñez 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
Airik 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-Messstation 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:



Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand



Jahrbuch 2022

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.

22



01



02



03



04

01-04

Die Zentrale des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach, fotografiert vom DWD-Kollegen Michael Kügler vom immer gleichen Standpunkt im Frühling (01), Sommer (02), Herbst (03) und Winter (04). Das Titelbild des Jahrbuchs ist aus diesen vier Aufnahmen zusammengesetzt.

Fotostrecke Jahrbuch 2022

Die Fotostrecke des Jahrbuchs stammt von Mitarbeitenden des DWD. Im Rahmen eines internen Fotowettbewerbs mit dem Titel „Vier Jahreszeiten“ im Kontext von Wetter und Klima wurden über 160 Aufnahmen eingesandt. Aus diesem Pool wählte eine Jury 36 Fotos aus, die nun hier im Jahrbuch präsentiert werden.

Inhalt

Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst	3
Vorwort	6
Auftakt	8
Wetter und Klima 2022	16
Im Rückspiegel	32
Im Gespräch	68
Finale	72
Kontakt, Impressum und Quellen	80

Vorwort

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

2022 – ein Jahr mit einschneidenden Veränderungen, insbesondere in der welt-politischen Lage verursacht durch den Ukraine-Krieg, der auch den Deutschen Wetterdienst (DWD) unmittelbar berührt: Neben den ausgeweiteten Beratungen der Bundesnetzagentur zum Verlauf des Wetters in der Heizungsperiode intensivierte der DWD die vom Gesetzgeber festgelegte Aufgabe, die Radioaktivität in Luft und Niederschlag zu messen. Zu beiden Themen erfahren Sie mehr im Kapitel 3 „Rückblick“ unseres nun vorliegenden Jahrbuchs, zu dem ich Sie herzlich begrüße.

2022 – ein Jahr, in dem der vom Menschen verursachte Klimawandel ungebremst voran-schritt. Es war das sonnenscheinreichste und gemeinsam mit 2018 wärmste Jahr in Deutschland seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen mit einem deutlichen Niederschlagsdefizit. In den zurückliegenden neun Jahren traten mit 2022 fünf Jahre mit einer Jahresdurchschnittstemperatur größer 10 °C auf. So hohe Werte wurden vor 2014 in Deutschland noch nie erreicht – so die wesentlichen klimatologischen Eckpunkte zum vergangenen Jahr. Im Kapitel 2 „Wetter und Klima“ des Jahrbuchs lassen wir das Jahr 2022 nochmals ausführlich Revue passieren und ordnen es klimatologisch ein. Denn auch auf europäischer und globaler Ebene gehört es zu den wärmsten Jahren.



oben

Prof. Dr. Gerhard Adrian, Präsident
des Deutschen Wetterdienstes

2022 – das Jahr, in dem der DWD auf 70 Jahre seit seiner Gründung zurückblicken konnte. Ein Zeitraum, so Bundesminister Dr. Volker Wissing in seiner Ansprache beim DWD-Jahresempfang im vergangenen November, in dem sich bei den Themen Wetter und Klima viel verändert habe. Aber dennoch bliebe, dass in Deutschland der DWD gebraucht werde, insbesondere dann, wenn es um Warnungen vor gefährlichen Wettererscheinungen gehe. Daher freue ich mich auch, dass Minister Wissing für ein Interview für dieses Jahrbuch zur Verfügung stand. Auch die Fotostrecke dieser Publikation ist auf eine Aktivität im Rahmen von „70 Jahre DWD“ zurückzuführen: In einem internen Fotowettbewerb konnten die Mitarbeitenden des DWD ihre Aufnahmen zu „Vier Jahreszeiten“ im Kontext von Wetter und Klima einsenden, die teilweise die Fotostrecke des Jahrbuchs bilden.

2022 – ein Jahr mit Projektabschlüssen und Startschüssen, zu denen Sie im Kapitel 3 „Rückblick“ teilweise weitere Informationen finden. Hier einige Beispiele: Die vollständige Automatisierung des Mess- und Beobachtungsnetzes – ein gut 20 Jahre dauernder Prozess – wurde 2022 abgeschlossen. Lärmschutzwälle an Bundesfernstraßen haben rechnerisch ein jährliches Ertragspotenzial von rund 1.200 Gigawattstunden (GWh) an Strom, wenn 50 Prozent ihrer Fläche mit Photovoltaik-Anlagen bebaut werden. 450.000 Haushalte könnten so mit Strom versorgt werden. Dies ist das Ergebnis einer Studie, die der DWD mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Rahmen des Expertennetzwerks des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) durchgeführt hat. Der DWD liefert in die Lufthansa-Cockpits nahezu in Echtzeit Wetterinformationen oder startete mit Partnern die Entwicklung des Integrierten Treibhausgas-Monitoringsystems (ITMS) für Deutschland.

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!

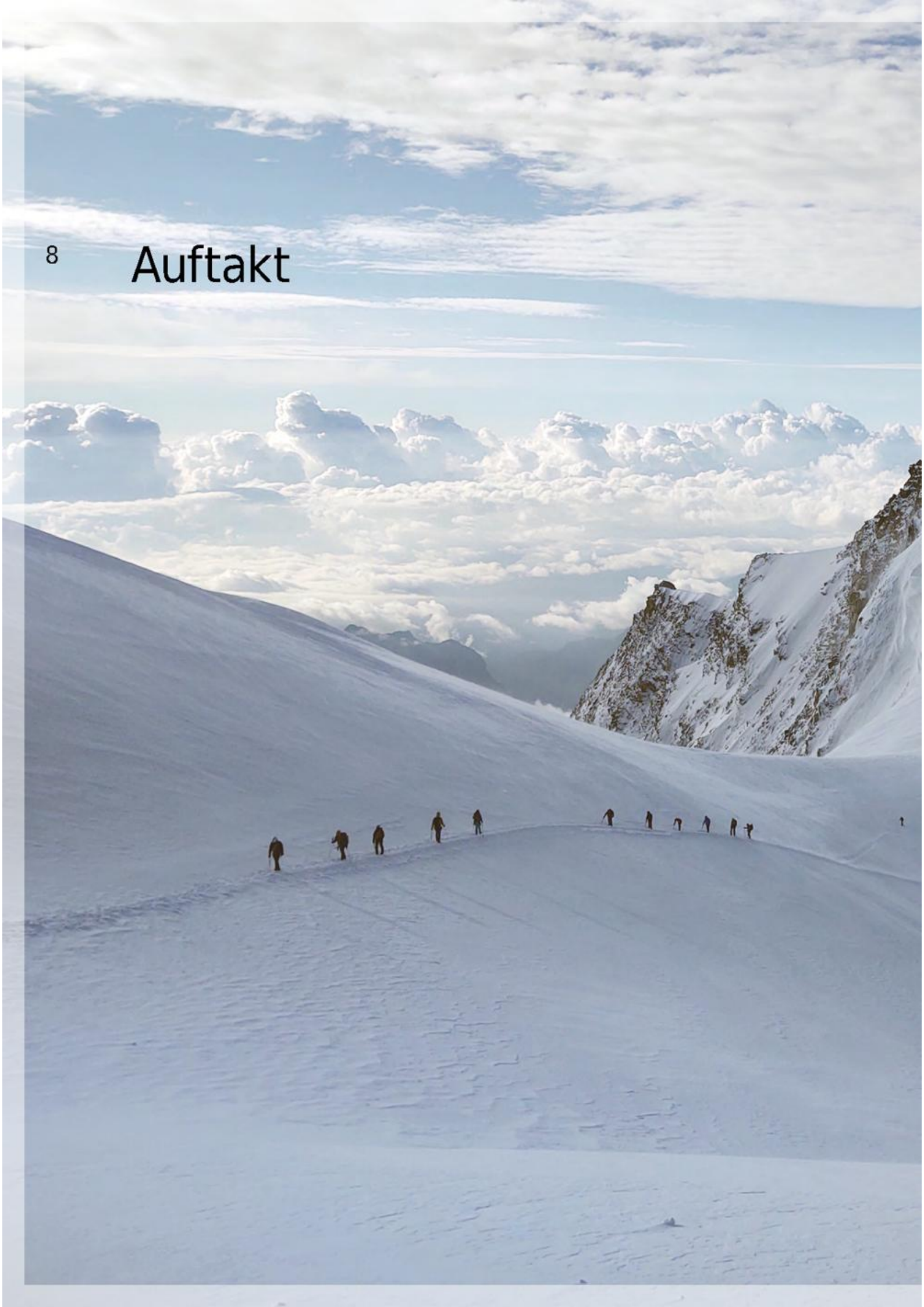
Abschließend darf ich mich noch für Ihr Vertrauen in den DWD bedanken und mich bei Ihnen verabschieden. Nach fast 24 Jahren beim DWD, 13 davon als Präsident, beginnt am 1. August mein Ruhestand. Ich wünsche Ihnen alles Gute, vor allem Gesundheit. Bleiben Sie dem DWD und meiner Nachfolgerin, Prof. Dr. Sarah Jones, auch weiterhin gewogen.

Ihr

Gerhard Adrian

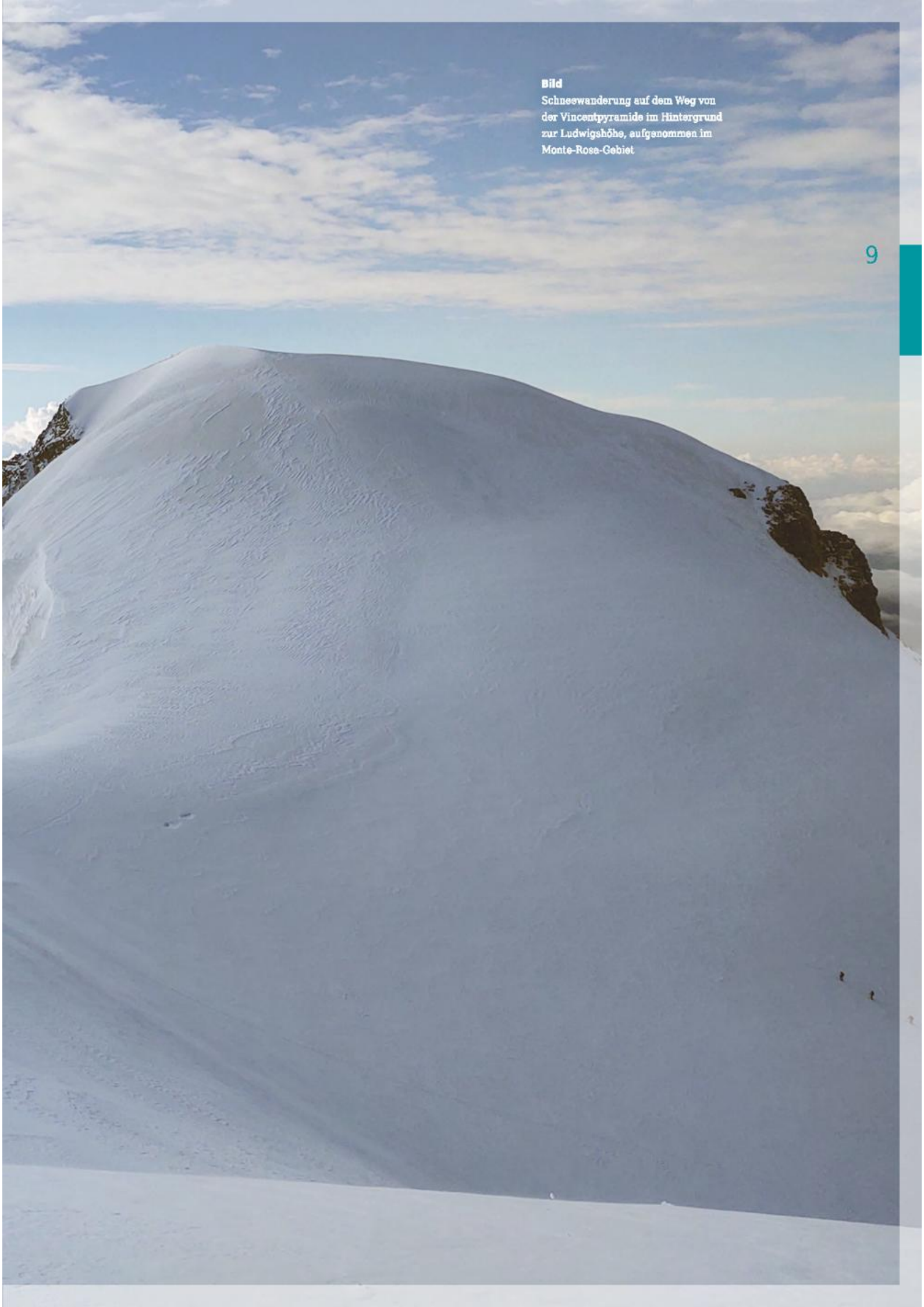
8

Auftakt



Bild

Schneewanderung auf dem Weg von der Vincentpyramide im Hintergrund zur Ludwigshöhe, aufgenommen im Monte-Rosa-Gebiet



Eine Reise durch 70 Jahre Deutscher Wetterdienst

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) feierte 2022 sein 70-jähriges Jubiläum.

Die Geschichte des DWD ist unter anderem von technischem und digitalem Fortschritt, Feuertaufen und internationalem Datenaustausch gekennzeichnet. Mit neuen Herausforderungen in der Gesellschaft wachsen auch die Aufgabengebiete des DWD. Ein Fortschritt, der durch die Mitarbeitenden im DWD immer weiter vorangetrieben wurde und immer noch wird. Eine kleine Zeitreise.

Der Anfang

Die Zeitreise beginnt am 11. November 1952. An diesem Tag wird das DWD-Gesetz vom Bundestag verabschiedet. Der DWD entsteht dabei aus den Wetterdiensten der drei westlichen Besatzungszonen: dem „Meteorologischen Amt für Nordwestdeutschland“ (MANWD) im britischen Sektor, dem „Deutschen Wetterdienst in der US-Zone“ sowie den drei Landeswetterdiensten der französischen Zone. Schon zwei Jahre zuvor hatte in der DDR der Meteorologische Dienst (MD) am 1. Januar 1950 mit Sitz in Potsdam seinen Dienst aufgenommen. Die ersten fünf Jahre befindet sich der Hauptsitz des DWD in Bad Kissingen, bevor 1957/58 der Umzug in die neu erbaute DWD-Zentrale in Offenbach über die Bühne geht. So existieren mit den Staatengründungen von Bundesrepublik Deutschland und DDR zwei Wetterdienste auf heutigem deutschem Gebiet – zwei getrennte Institutionen, die jedoch in der Hauptaufgabe vereint sind: Das Wetter vorherzusagen.

Meteorologie als Handarbeit

1952 strahlt der DWD seinen ersten Wetterbericht im Fernsehen aus. Aber wie wird in diesen Zeiten eine Wettervorhersage überhaupt erstellt? Die Meteorologie steckt noch in ihren Kinderschuhen und wird als „wissenschaftliche Handarbeit“ bezeichnet. Handarbeit deshalb, weil die Wettervorhersage überwiegend mit der Hand erstellt wird – weit entfernt von den heutigen technischen Möglichkeiten. Wetterdaten werden durch Wetterbeobachter:innen nach einem weltweit einheitlichen System verschlüsselt. Das sogenannte synoptische System umfasst



01
Prof. Dr. Ludwig Weickmann, erster
Präsident des DWD

100 Zeichen, die die aktuellen Wetterlagen beschreiben. Mit einem Fernschreiber werden von den Wetterstationen alle drei Stunden diese synoptischen Schlüssel in die Zentren nach Offenbach bzw. Potsdam geschickt. Dort werden sie entschlüsselt, manuell in meteorologische Karten eingetragen und weltweit verbreitet. Die Wettervorhersage für den folgenden Tag erstellt der Meteorologe mit dem Grundwissen von der Atmosphäre, den physikalischen Zusammenhängen und den meteorologischen Karten.



02



03

02

Alfred-Wegener-Haus auf dem Potsdamer Telegrafenberg (1952), erster Sitz des 1950 in der DDR gegründeten Meteorologischen Dienstes (MD)

03

Seit 1954 ist Offenbach der Hauptsitz des DWD, hier im Bild der Vorgängerbau der heutigen Zentrale.

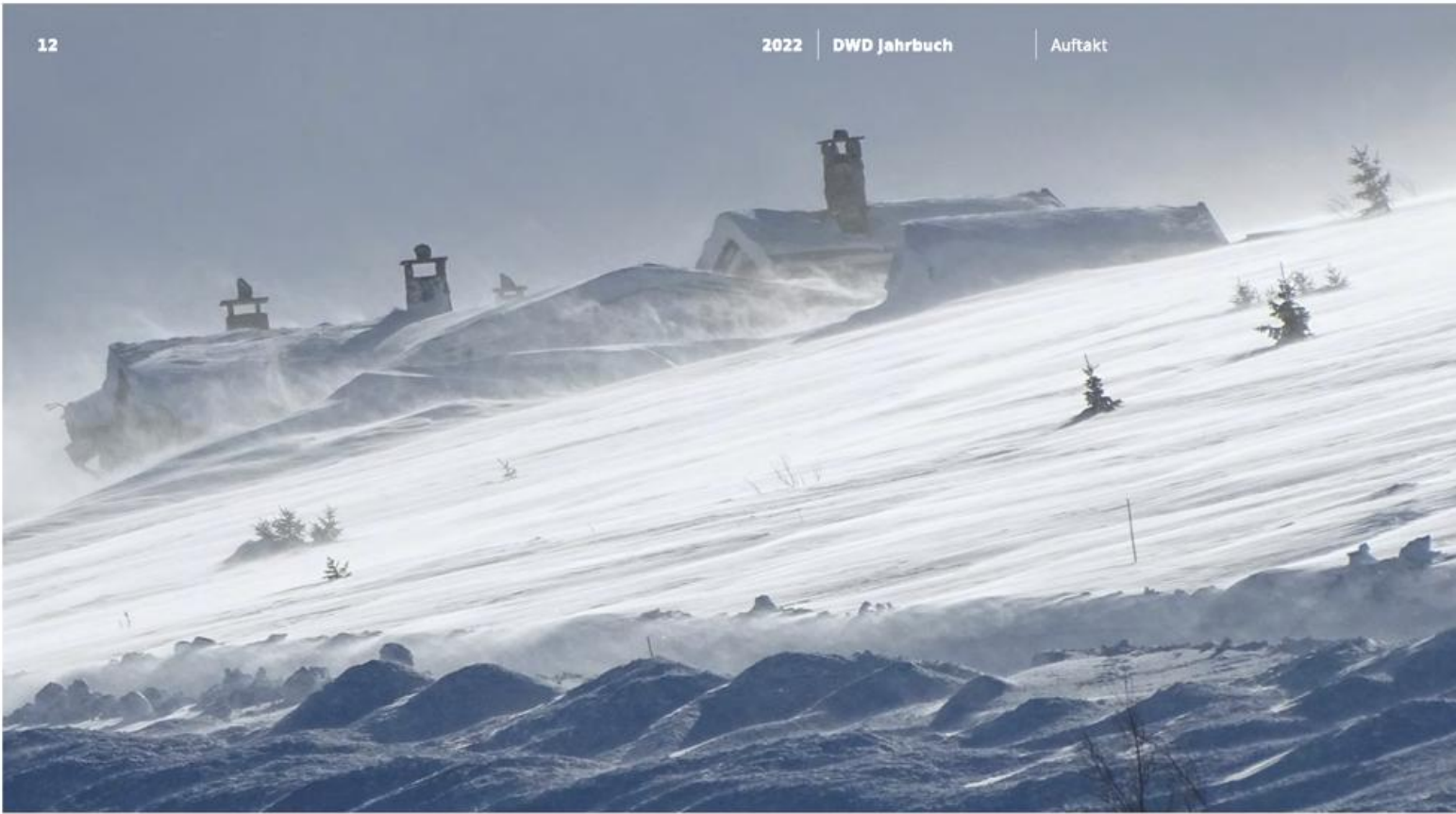
Der Grundstein für eine moderne Wettervorhersage

Gleich mehrere technische Meilensteine legen in den 1960er Jahren den Grundstein für die moderne Wettervorhersage: Der DWD entwickelt sein erstes numerisches Wettervorhersagemodell. Der erste Hochleistungsrechner geht in den operationellen Betrieb. Er rechnet die mathematischen Gleichungen des Vorhersagemodells in wenigen Stunden, mit denen die physikalischen Veränderungen in der Atmosphäre simuliert werden. Das Zeitalter der Wettersatelliten beginnt. Erstmals können DWD und MD Daten von Wettersatelliten empfangen, verarbeiten und für die Wettervorhersage nutzen. Und: Die Implementierung eines flächendeckenden Niederschlagsradars startet. Wettervorhersagen bis zu drei Tage im Voraus sind nun möglich.

Kurzer Ausflug in die Gegenwart: Mit Wettersatelliten und Niederschlagsradar wird die Basis für eine flächendeckende und hoch aufgelöste Wetterbeobachtung geschaffen.

Radargeräte erfassen den Niederschlag in der Atmosphäre. Heute senden die ständig rotierenden Antennen des DWD-Radarverbundes sowohl vertikal als auch horizontal elektromagnetische Wellen aus. Im Fachjargon heißt das Dual-Polarisation. Regentropfen, Schneeflocken oder Hagelkörner reflektieren diese Wellen. Dabei erzeugen sie durch ihre unterschiedlichen Formen verschiedene Radarechos. Aus der Laufzeit des Empfangssignals lässt sich die Entfernung bestimmen. Die Stärke des Echos, auch Reflektivität genannt, liefert Hinweise über die Niederschlagsmenge. Durch die Unterschiede in der Rückstreuung der vertikalen und horizontalen Wellen ist es möglich, die Art des Niederschlags abzuleiten.

Mit den Satelliten werden die Wetterlagen aus dem All beobachtet. Bisher wurden Wetterdaten nur punktuell an Wetterstationen erhoben, mit Radar und Satellit stehen nun flächendeckende Wetterinformationen zur Verfügung. Heute nutzt der DWD zum Teil 15 verschiedene Wettersatelliten. Neben den fest im Orbit stehenden geostationären Satelliten sind dies auch polumlaufende Satelliten.



oben

Schneesturm in Gonobu
(Norwegen)

Zurück in die 1970er und 1980er Jahre

Die Aufgabenfelder des DWD wuchsen in den 1970er Jahre. Neben der Zentrale in Offenbach, gibt es zwölf weitere Wetterämter in der Bundesrepublik Deutschland. In den Bereichen Seeschifffahrt und Luftfahrt sowie in der Landwirtschaft steigt die Nachfrage nach Wetterinformationen. Die Vorhersagemodelle werden verfeinert. Die Leistung der Großrechner vervielfachen sich und der Radarverbund wird flächendeckend ausgebaut. An den Wetterstationen werden erste automatische Sensoren installiert, um die Temperatur zu messen.

Die politischen Spannungen wachsen in Zeiten des eisernen Vorhanges. Der internationale Datenaustausch, organisiert durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO), funktioniert reibungslos. Allen ist bewusst, dass das Wetter vor Grenzen keinen Halt macht. 1986 wird die zwischenstaatliche Organisation EUMETSAT gegründet. Ihre Aufgabe: Die Entwicklung und den Betrieb von Wettersatelliten. Als Gründungsmitglied nutzt die Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch den DWD, nicht nur die Daten der Wettersatelliten, sondern gestaltet aktiv die Programme mit.



04

Radargerät in Warnemünde 1983

1986 besteht der DWD seine Feuertaufe bei der Messung der Radioaktivität in Luft und Niederschlag. Schon seit 1955 hatte der DWD diese Aufgabe per Gesetz übernommen. Nach dem Reaktorunglück in Tschernobyl ist der DWD für eine detaillierte Ausbreitungsberechnung in der Luftmasse zuständig. Diese Aufgabe und die tägliche Überprüfung der Atmosphäre nach radioaktiven Elementen erfüllt der DWD noch heute.

**oben**

Schnee- und eisbedeckter Baum, aufgenommen beim Kreuzberg (Rhön)

Die 1990er: die Wiedervereinigung und der Digitalisierungsboom

Mit dem Mauerfall 1989/90 wird der MD in großen Teilen in den DWD integriert – eine besondere Herausforderung. Die Zahl der Mitarbeitenden wächst auf einen Schlag um 1.050 Beschäftigte an. Die Technik der beiden Wetterdienste muss auf einen einheitlichen Stand gebracht werden. Daraus ergeben sich jedoch auch Vorteile. Der DWD baut in den folgenden zehn Jahren einen umfassenden neuen Radarverbund auf, den es auf europäischer Ebene kein zweites Mal auf diesem einheitlichen Stand gibt. Des Weiteren baut der DWD neben dem Observatorium Hohenpeißenberg das Observatorium in Lindenberg weiter aus. Während auf dem Hohenpeißenberg die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre erforscht wird, steht in Lindenberg die Erforschung des physikalischen Zustands der Atmosphäre und der Strahlung im Mittelpunkt. Sie beteiligen sich zudem an nationalen wie internationalen Forschungsprojekten, sind dadurch auch Mitglieder in zahlreichen Forschungsnetzwerken.

Mit den beiden Weltzentren für Niederschlagsklimatologie (WZN) im Weltklimafor-schungsprogramm der WMO und für satel-litengestütztes Klimamonitring (CM SAF) von EUMETSAT kommen zwei internationale Einrichtungen zum DWD.

An den Wetterstationen werden weitere automatische Sensoren in Betrieb genommen: Luftdruck, Feuchte und Wind können nun automatisch gemessen werden. Durch den technischen Fortschritt treffen die Wetterbeobachtungen häufiger ein und die Wettervorhersage kann aus einem großen Datenpool schöpfen: Neben den Daten der Wetterstationen stehen nun auch Daten von Flugzeugen, Schiffen, Bojen, dem Niederschlagsradar und den Wettersatelliten zur Verfügung. Diese werden vom Hochleistungsrechner in Offenbach statt vorher in zwei Stunden, nur noch in 45 Minuten verarbeitet. Der DWD entwickelt gemeinsam mit internationalen Partnern und der Bundeswehr das meteorologische Arbeitsplatzsystem Ninjo. Mit diesem digitalen Programm ist es möglich, alle aktuell verfügbaren meteorologischen Daten und Vorhersagen für den Meteorologen zu verarbeiten und darzustellen.

Wichtiger Partner: Bundeswehr

Seit 1958 besteht mit dem Geophysikalischen Beratungsdienst der Bundeswehr eine enge Zusammenarbeit. Diese Kooperation wurde durch den Bundestag 1998 gesetzlich weiter intensiviert. In verschiedenen Bereichen, wie unter anderem dem Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum oder in der Ausbildung von Meteorolog:innen, wird die Zusammenarbeit intensiviert. Die Zentrale des DWD in Offenbach wird gleichzeitig ein Sitz des GeoInformationsdienstes der Bundeswehr.

2010er: Aufgabenerweiterung

Für eine bessere Zusammenarbeit mit den Hochschulen und weiteren Forschungseinrichtungen wird das Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung (HERZ) gegründet.

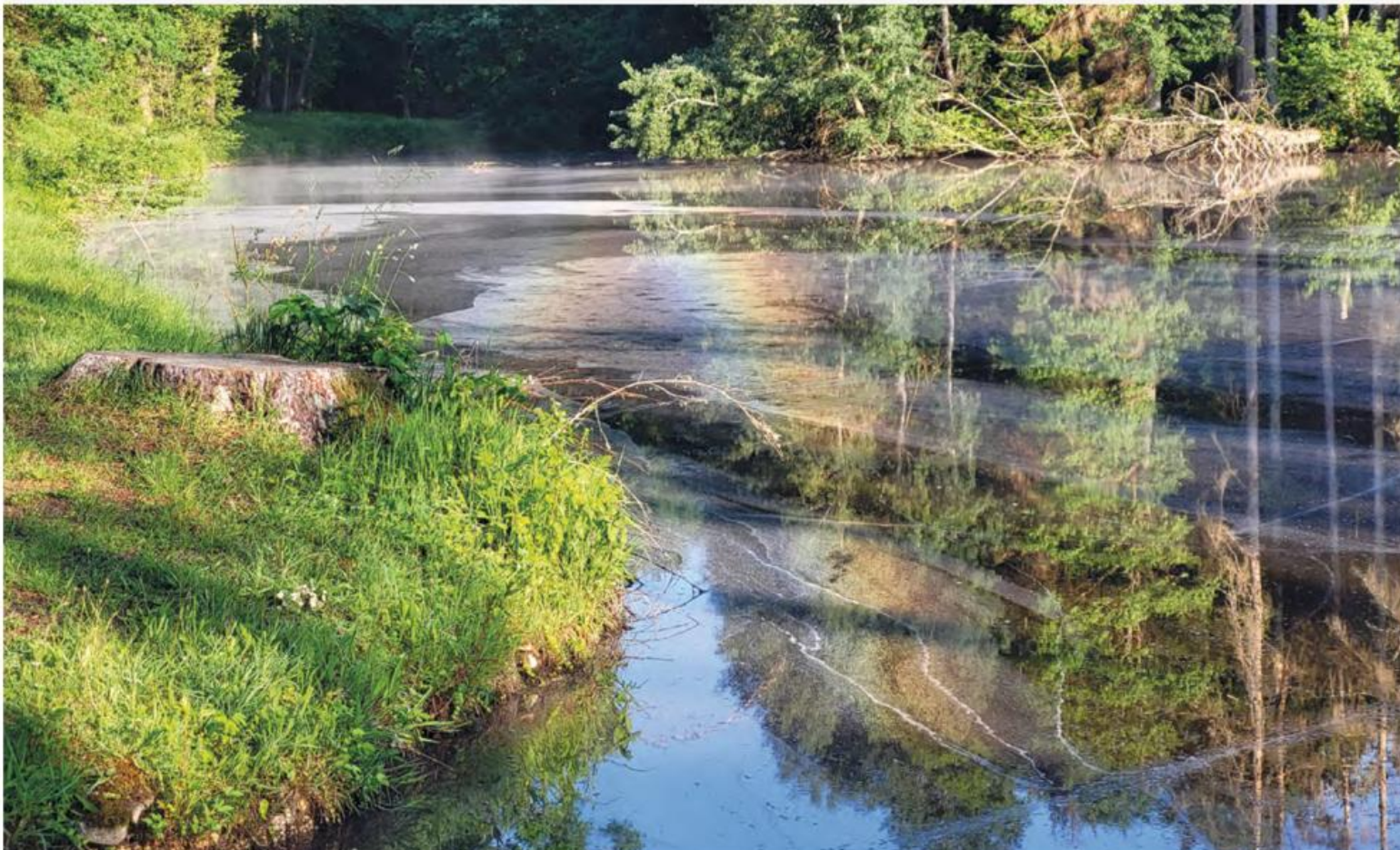
Der globale Klimawandel stellt neue Anforderungen an Länder, Städte und Gemeinden, da die Wahrscheinlichkeit extremer Wetterereignisse mit hohem Schadenspotenzial immer weiter steigt. Es ist damit zu rechnen, dass es zu höheren Durchschnittstemperaturen auch in Deutschland und zu einem Anstieg des Risikos von wetterbedingten Schäden insgesamt kommen wird. Um die Bundesländer bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien optimal zu unterstützen, hat der DWD im Rahmen des vorbeugenden Schutzes vor Katastrophen jetzt mit allen 16 Bundesländern Verwaltungsvereinbarungen getroffen.

Darüber hinaus gründet der DWD mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), dem technischen Hilfswerk (THW) und dem Umweltbundesamt (UBA) eine strategische Behördenallianz. Ziel ist es, gemeinsam Antworten auf Fragen zum Klimawandel und die entsprechenden Anpassungsmaßnahmen zu finden. Der DWD tritt dem Deutschen Klimakonsortium (DKK) bei. Ziel dieser Vereinigung ist, in dem Bereich Klimaforschung einen Austausch zur Bedeutung des Klimawandels für die Katastrophenvorhersage zu schaffen und die Interessen der Forschung zu vertreten. Neben dem inzwischen online verfügbaren Klimatlas bietet der DWD zahlreiche KlimaserVICES an, wie den Bodenfeuchteviewer oder die Stadtklimatologie.

2011 startet der DWD mit eigenen Auftritten in Social-Media-Kanälen, so dass die Reichweite der Wetterwarnungen deutlich erhöht wird. Auch das Warnsystem des DWD wird an die Herausforderungen des Klimawandels angepasst, so gibt der DWD Warnungen vor Hitze oder UV-Strahlung heraus. 2015 geht mit der DWD-WarnWetter-App ein zeitgemäßer Kanal online, um die breite Bevölkerung direkt und online zu warnen. Nur ein Jahr später stellt der DWD sein Warnsystem um: Statt auf Landkreisebene wird jetzt auf Gemeindeebene vor Unwettern gewarnt. Mit FEWIS geht ein eigenes Informationssystem für die Feuerwehreinheiten online, aus denen diese spezifische Wetterdaten für ihre Einsätze bekommen können.

unten

Gespiegelter Taubogen,
aufgenommen bei Neustadt
(Coburg)





05

Neues Modellsystem, offene Datenpolitik und der Blick in die Zukunft

Mit dem Modellsystem ICON wird 2015/16 die neunte Generation eines Wettervorhersagemodells im DWD eingeführt – ein Meilenstein. Mit ICON können die Begebenheiten vor Ort, wie zum Beispiel Anhebungen bei Bergen, noch besser in der Modellierung berücksichtigt werden. Statt einer Schicht, wie noch 1966, können in der Zwischenzeit 120 Schichten der Atmosphäre betrachtet werden. Die Maschenweite des Modellgitters, das wie ein Netz virtuell den Globus umspannt, beträgt für das deutsche Modell nur noch zwei Kilometer, statt 381 Kilometer vor über 50 Jahren. Die Vorhersagen sind mit diesem Modell für eine Woche so gut wie vor 50 Jahren für einen Tag.

Mit der Änderung des DWD-Gesetzes 2017 fällt der Startschuss für eine offene Datenpolitik. Umfangreiche Datenbestände des DWD werden entgeltfrei zur Verfügung gestellt. Zudem kommen neue Aufgabengebiete hinzu, wie die Analyse und Projektion des Klimawandels. 2019 wird DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian als erster Deutscher zum WMO-Präsidenten gewählt, ein Novum in der Geschichte der Bundesrepublik. Seit 2022 arbeitet das Mess- und Beobachtungsnetz des DWD vollständig automatisch, die Daten stehen teils minütlich zur Verfügung. Auf allen Zeitskalen erstellt der DWD Klimavorhersagen: von drei Monaten über dekadische Vorhersagen bis hin zum Ende des 21. Jahrhunderts. Bei allen Fragen zum Klimawandel berät der DWD Politik, Verwaltung und Wirtschaft. Und das alles im Dienst der Gesellschaft und zum Wohl der Menschen.

05

Neuer HPC 2020

06

Die DWD-WarnWetter-App startete 2015.



06

Die Fotostrecke des Jahrbuchs stammt von Mitarbeitenden des DWD. Im Rahmen eines internen Fotowettbewerbs mit dem Titel „Vier Jahreszeiten“ im Kontext von Wetter und Klima wurden über 160 Aufnahmen eingesandt. Aus diesem Pool wählte eine Jury 36 Fotos aus, die nun hier im Jahrbuch präsentiert werden.

16

Wetter und Klima 2022

rechts
Pflaumenbäumchen im April,
aufgenommen bei Langenselbold



Das sonnenscheinreichste und gemeinsam mit 2018 wärmste Jahr

2022 war das sonnenscheinreichste und gemeinsam mit 2018 wärmste Jahr in Deutschland seit Beginn der systematischen Wetteraufzeichnungen mit einem deutlichen Niederschlagsdefizit.

In den zurückliegenden neun Jahren traten mit 2022 fünf Jahre mit einer Jahresdurchschnittstemperatur größer 10 °C auf. So hohe Werte wurden vor 2014 in Deutschland noch nie erreicht. Die Folgen waren erneut Hitzewellen und sehr trockene Bedingungen in den Sommermonaten mit Auswirkungen insbesondere auf die Land- und Forstwirtschaft, ähnlich wie in den Jahren 2018, 2019 und 2020 sowie ein ausgesprochen warmer Jahreswechsel 2022/23 mit vielfachen neuen Monatsrekorden.

Auch europaweit war das Jahr 2022 das bisher zweitwärmste Jahr seit Auswertungsbeginn, mit regional intensiven Hitze- und Dürreperioden. Global waren die vergangenen acht Jahre die wärmsten seit Beginn der Aufzeichnungen.

Jahr	°C
2022	10,5
2018	10,5
2020	10,4
2014	10,3
2019	10,3
2000	9,9
2007	9,9
2015	9,9
1994	9,7
2002	9,6

Tabelle 1

Die bisher zehn wärmsten Jahre in Deutschland seit 1881

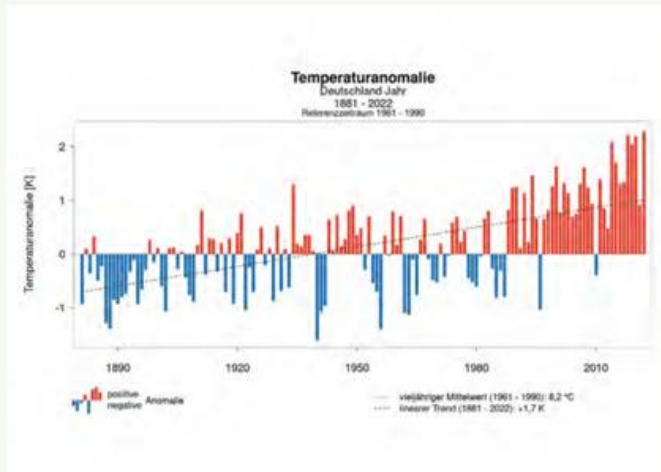


Abb. 1

Abb. 1

Abweichungen der Jahrestemperaturen für Deutschland 1881-2022 vom vieljährigen Temperaturmittel 1961-1990.

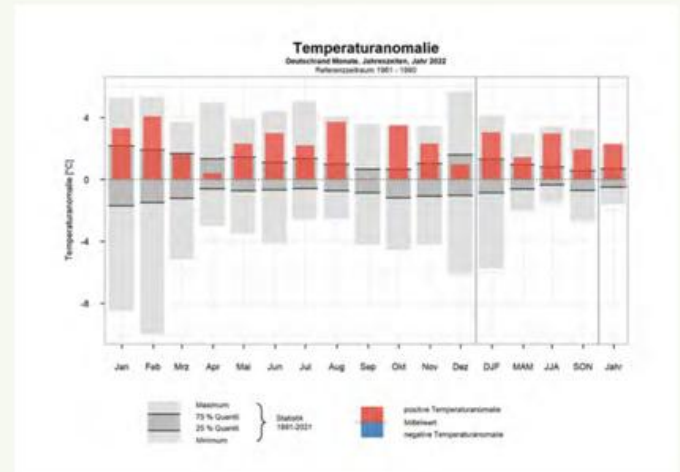


Abb. 2

Abb. 2

Deutschlandweite Temperaturabweichungen im vieljährigen statistischen Vergleich. Gezeigt sind die Werte für das Jahr 2022 (rot/blau) in Bezug zu den Werten im Zeitraum 1881-2021 (grau).

Deutschlandweite Temperatur

Mit einer Jahresmitteltemperatur von 10,5 °C war 2022 gemeinsam mit 2018 das wärmste Jahr in Deutschland seit 1881, mit geringem Abstand zu 2020 (10,4 °C) und knapp vor 2019 und 2014 (jeweils 10,3 °C) (Abb. 1). Im Vergleich zur Referenzperiode 1961 bis 1990 war das Jahr 2,3 Kelvin [K] zu warm¹. Somit lagen neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland im 21. Jahrhundert (Tabelle 1). Eine Jahresdurchschnittstemperatur größer 10 °C gab es vor 2014 in Deutschland noch nie. Seitdem traten solch hohen Werte insgesamt fünfmal auf.

Alle Monate (der September allerdings nur sehr knapp) und alle Jahreszeiten waren 2022 in Deutschland wärmer als die vieljährigen Monats- und Jahreszeitenmittel 1961 bis 1990 (Abb. 2). Die Monate Januar, Februar, August und Oktober erreichten eine Anomalie von mehr als 3 K. Auch im Winter 2021/22 wurde eine Anomalie von mehr als 3 K beobachtet. Der August war der wärmste Monat (20,2 °C), während der Februar die größte Abweichung zum vieljährigen Mittelwert erreichte (+4,1 K). Am kältesten war es im Dezember (1,8 °C). Damit beträgt die Erwärmung in Deutschland für den Zeitraum 1881 bis 2022 inzwischen 1,7 °C (linearer Trend).

¹ Bei den Gebietsmitteln wird bei der Bestimmung der Platzierung auf eine Nachkommastelle gerundet. Somit landet das Jahr 2022 mit 10,5 °C zusammen mit dem Jahr 2018 auf dem ersten Platz. Auf Grund der Länge der Messreihe, der über die Beobachtungszeit unterschiedlichen Anzahl von Stationen, der Genauigkeit der Temperaturmessung und der damit verbundenen Unsicherheiten erachten wir das Runden auf eine Nachkommastelle als erforderlich. Bei der grafischen Darstellung der Zeitreihen nutzen wir auch die 2. Nachkommastelle.

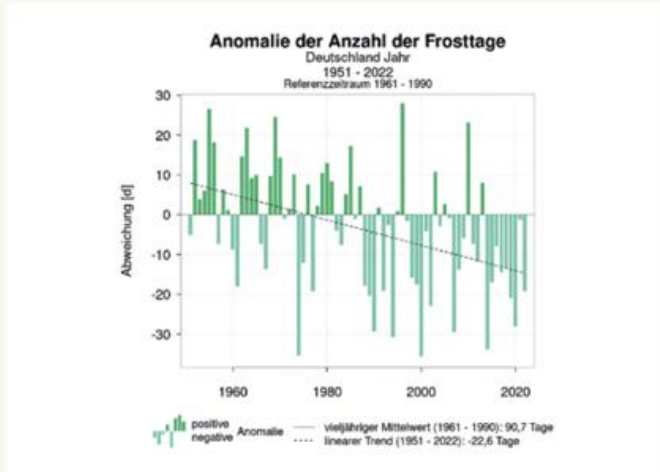


Abb. 3.1

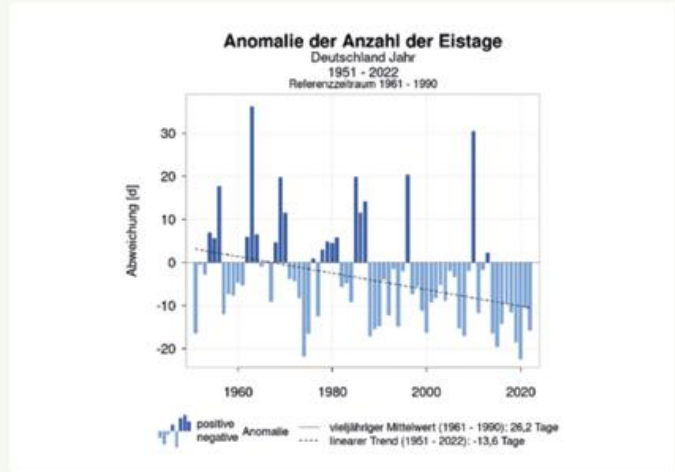


Abb. 3.2

Abb. 3.1 - 3.4

Temperaturbezogene Kenntage
1951-2022: Frosttage (3.1) und
Eistage (3.2), Sommertage (3.3),
Heiße Tage (3.4).

Obwohl der März schon extrem sonnen-
scheinreich war, dauerte es bis zum 12. April
2022, bis der erste Sommertag (Tage mit
 $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$) beobachtet werden konnte.
Am 11. Mai wurde der erste Heiße Tag des
Jahres vermeldet und am 7. September der
letzte. Der letzte Sommertag wurde am
31. Oktober registriert. Insgesamt lag das
deutschlandweite Gebietsmittel der Sommer-
tage im Jahr 2022 bei fast 59 Tagen. Damit
wurden in diesem Jahr doppelt so viele
Sommertage registriert wie im vieljährigen
Mittel 1961 bis 1990. Zudem ist es die dritt-
häufigste Anzahl Sommertage nach 2018
und 2003 (Abb. 3.3). An über 17 Tagen stieg
die Tagesmaximumtemperatur auf oder
über 30 °C . Dies ist nach 2018, 2003 und
2015 die vierthäufigste Anzahl Heiße
Tage seit 1951, der Überschuss gegenüber
1961 bis 1990 beträgt in diesem Jahr
+300 Prozent.

Im gesamten Jahr wurden 71,4 Frosttage
(Tage mit $T_{\min} < 0 \text{ °C}$) und 10,4 Eistage
(Tage mit $T_{\max} < 0 \text{ °C}$) registriert. Während
das Defizit bei den Frosttagen bei etwa
20 Prozent liegt, wurden über 60 Prozent
weniger Eistage beobachtet als im viel-
jährigen Mittel 1961 bis 1990. Die meisten
Frosttage gab es im März. Wenig Bewölkung
führte zu einem großen Tagesgang der
Temperatur und einer entsprechend starken
nächtlichen Abkühlung. Die mit Abstand
meisten Eistage traten im Dezember auf.
Die nach dem Nikolaustag aufgetretene sehr
kühle Witterungsphase war auch die kälteste
des gesamten Jahres. Im August wurde
die höchste Anzahl von Sommertagen und
Heißen Tagen sowie Tropennächten (T_{\min}
 $\geq 20 \text{ °C}$ im Zeitraum von 18 UTC bis 06 UTC)
registriert.

Somit finden sich in 2022 die dritthäufigste
Anzahl Sommertage nach 2018 und 2003,
die vierthäufigste Anzahl Heiße Tage nach
2018, 2003 und 2015, die zwölftgeringste
Anzahl an Frosttagen sowie die elftgeringste
Anzahl an Eistagen, jeweils seit 1951.

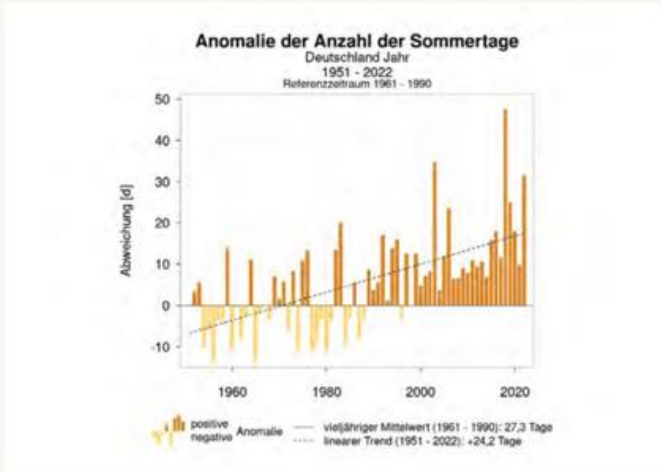


Abb. 3.3



Abb. 3.4

Gebietsmittel der Temperaturen in den Bundesländern

Entsprechend dem deutschlandweiten Gebietsmittel erlebten mehrere Bundesländer insbesondere im Süden und Westen ihr bisher wärmstes Jahr bzw. stellten den bisherigen Rekord ein, im Norden und Osten Deutschlands ordnete sich 2022 auf der 3. bzw. 4. Platzierung ein (Tabelle 2).

Bundesländer	Jahresmitteltemperatur in °C	Platzierung	Wert eingestellt von
Brandenburg/Berlin	10,8	3	2018
Baden-Württemberg	10,6	1	-
Bayern	9,9	1	2018
Hessen	10,6	1	-
Mecklenburg-Vorpommern	10,2	3	2014, 2018
Niedersachsen/Hamburg/Bremen	10,8	2	2014
Nordrhein-Westfalen	11,2	1	-
Rheinland-Pfalz/Saarland	11,2	1	-
Schleswig-Holstein	10,2	3	-
Sachsen	10,2	4	-
Sachsen-Anhalt	10,8	4	-
Thüringen	10,0	1	-

Tabelle 2

Jahresmitteltemperaturen für 2022 sowie Platzierungen der Bundesländer beziehungsweise Bundesländerkombinationen

Tabelle 2

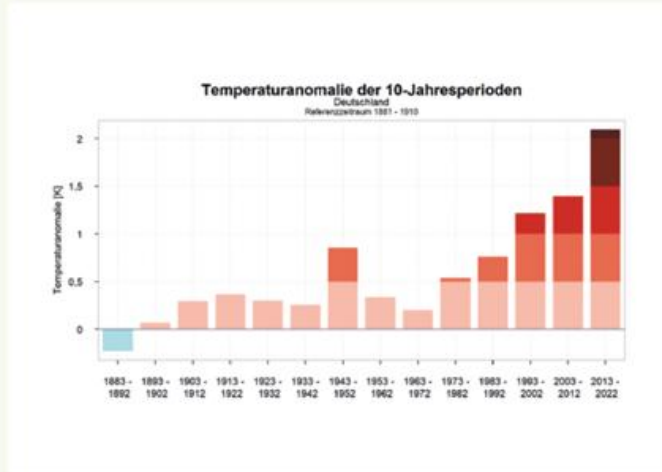


Abb. 4

Langfristiger Trend der Temperatur in Deutschland

Seit den 1960er-Jahren ist in Deutschland jede 10-Jahresperiode wärmer als die vorherige gewesen. Die Jahre 2013 bis 2022 waren die bisher wärmste 10-Jahresperiode seit Auswertungsbeginn 1881 und 2,1 K wärmer als die ersten 30 Jahre (1881 bis 1910) des Auswertungszeitraums (Abb. 4).

Niederschlag

Das Jahr 2022 war ein ausgesprochen trockenes Jahr. Mit ca. 670 mm fielen 15 Prozent weniger Niederschlag als die vieljährigen Jahressummen der Referenzperiode 1961 bis 1990. Dies bedeutet ein Defizit von ca. 120 mm (bzw. l/m²). Als 24.-trockenstes Jahr seit 1881 ordnet es sich als sehr trockenes Jahr in die Klimazeitreihen ein (Abb. 5). Nur im Nordwesten und im Bayerischen Wald lag die Niederschlagssumme etwas über dem Soll. In der Mitte und im Osten gab es ein Defizit von mehr als 15 Prozent, gebietsweise sogar mehr als 25 Prozent.

Bei der Betrachtung der Einzelmonate sowie der Jahreszeiten sind erhebliche Unterschiede erkennbar (Abb. 6). Im Vergleich zur internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961 bis 1990 waren zwei Monate feuchter und zehn Monate trockener. Der Februar 2022 war sehr niederschlagsreich. Die Frühjahrs- und Sommermonate waren, außer dem April, durchgehend sehr trocken. Darauf folgte der niederschlagsreiche September, der die langanhaltende Trockenheit beendete. Aber auch die folgenden Monate (Oktober, November und Dezember) erreichten nicht die vieljährigen Mittelwerte. Der September war mit 100 mm (+63,6 Prozent im Vergleich zur klimatologischen Referenzperiode 1961 bis 1990) der niederschlagsreichste Monat. Der trockenste Monat war der März. In diesem Monat fielen nur 15 mm (-73,5 Prozent im Vergleich zur klimatologischen Referenzperiode 1961 bis 1990).

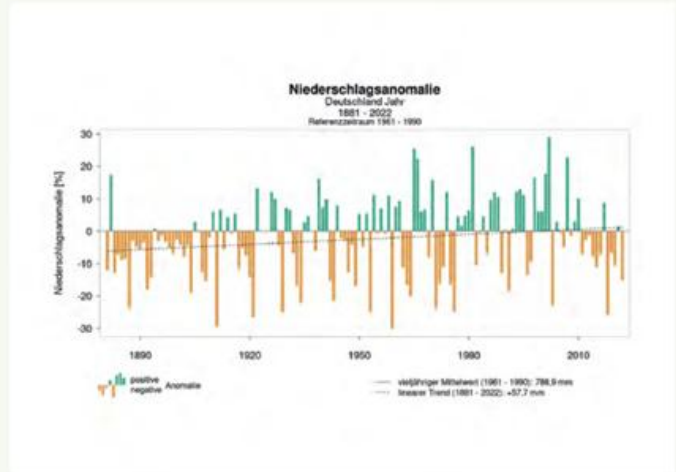


Abb. 5

Abb. 4

Abweichungen der 10-Jahresperioden 1883-1892 bis 2013-2022 von dem vieljährigen Temperaturmittel 1881-1910

Abb. 5

Abweichungen der Jahressummen des Niederschlags für Deutschland 1881-2022 von der vieljährigen mittleren Niederschlagssumme 1961-1990

Während die Winterkulturen von den feuchten Verhältnissen im Februar profitierten und gute Erträge brachten, litten die Sommerkulturen unter der anhaltenden Trockenheit und erhebliche Ertragseinbußen mussten hingenommen werden. Auch in der Forstwirtschaft hinterließ die Trockenheit ihre Spuren. Große Waldbrände konnten sich vor allem in Sachsen und Brandenburg ausbreiten.

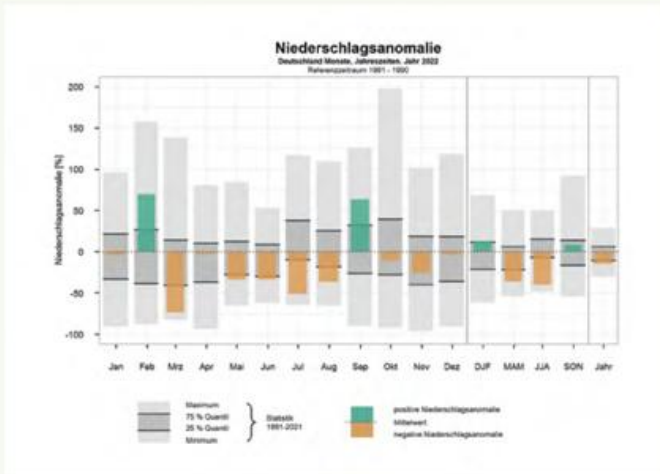


Abb. 6

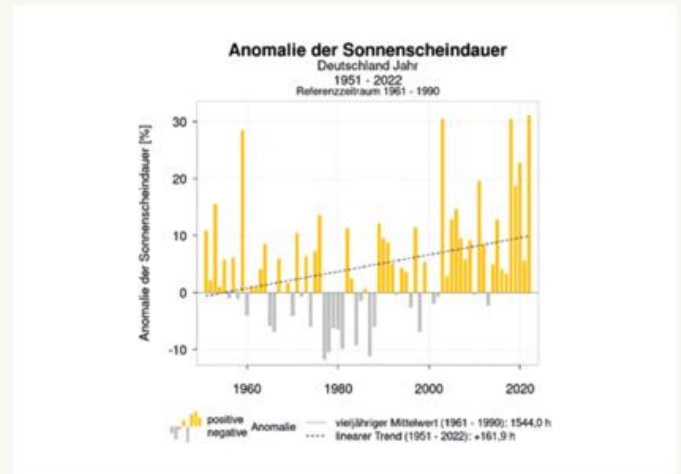


Abb. 7

Sonnenscheindauer

Insgesamt brachte das Jahr 2022 im Deutschlandmittel 2024,1 Sonnenstunden. Gegenüber der internationalen klimatologischen Referenzperiode 1961 bis 1990 ergibt sich ein Überschuss von 480,1 Stunden bzw. +31,1 Prozent. Damit erreichte das Jahr 2022 einen neuen Sonnenscheinrekord und verdrängte das Jahr 2018 (2015,4 Stunden) von der bisherigen Spitzenposition (Abb. 7).

Nur der Januar erreichte nicht den vieljährigen Mittelwert. Die Sonnenscheindauer im September und Dezember lag etwas über dem vieljährigen Mittelwert. Die meisten Sonnenstunden wurden mit 278,8 Stunden

im Juni beobachtet. Der Sonnenscheinüberschuss lag bei etwa 37 Prozent (Bezugszeitraum klimatologische Referenzperiode 1961 bis 1990). Der August (272,8 h) und der Juli (265,8 h) hatten nur geringfügig weniger Sonnenschein. Im März wurde die höchste Abweichung vom vieljährigen Mittelwert 1961 bis 1990 registriert. Mit 235,2 h erreichte der März einen Überschuss von +111,4 Prozent (Abb. 8). Die Monate Januar und Dezember erreichten nur 41,2 bzw. 38,8 Stunden Sonnenschein.

Abb. 6

Deutschlandweite Abweichungen der Niederschlagssummen im vieljährigen statistischen Vergleich. Gezeigt sind die Werte für das Jahr 2022 (grün/braun) in Bezug zu den Werten im Zeitraum 1881-2021 (grau).

Abb. 7

Abweichungen der Jahressummen der Sonnenstunden für Deutschland 1951-2022 von der mittleren Anzahl Sonnenstunden 1961-1990

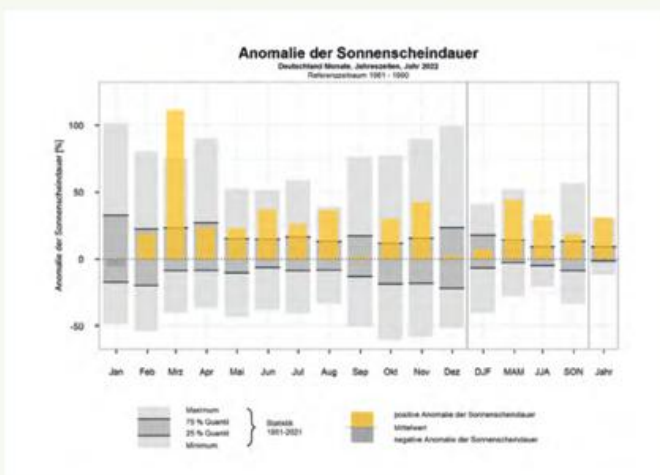
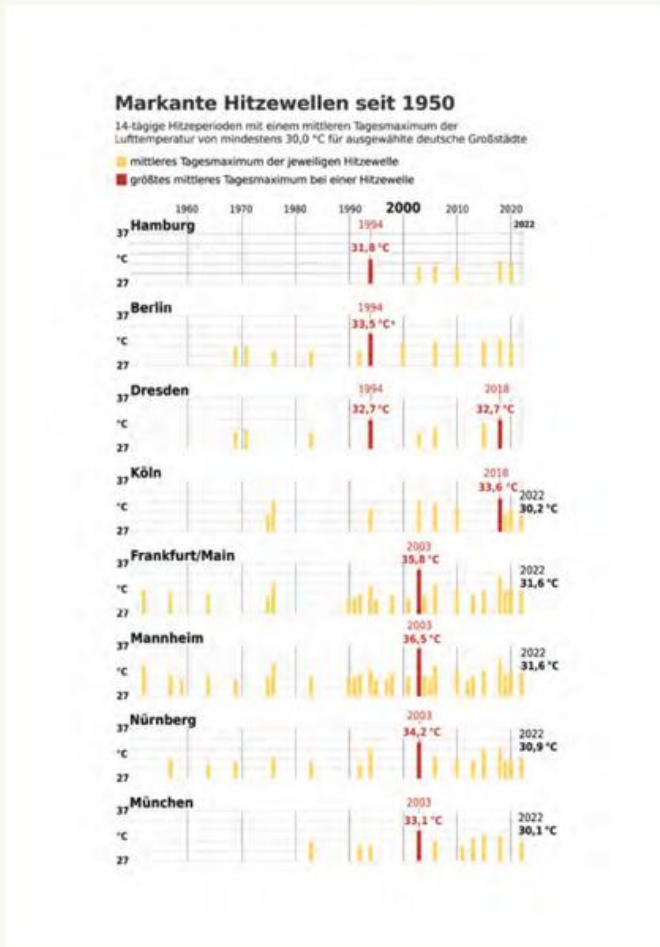


Abb. 8

Abb. 8

Deutschlandweite Abweichungen der Sonnenstunden im vieljährigen statistischen Vergleich. Gezeigt sind die Werte für das Jahr 2022 in Bezug zu den Werten im Zeitraum 1951-2021.

**Abb. 9**

Markante Hitzewellen im Zeitraum 1950–2022 in acht deutschen Städten

Ab Mitte Juli 2022 entwickelte sich eine weitere intensive Hitzewelle in Deutschland und Mitteleuropa. Während des Höhepunkts dieser Hitzeperiode herrschten großräumig Temperaturen zwischen 35 und 40 °C. Am 20. Juli meldeten 437 DWD-Stationen einen Heißen Tag ($T_{\max} \geq 30,0 \text{ °C}$), 274 DWD-Stationen einen Sehr Heißen Tag ($T_{\max} \geq 35,0 \text{ °C}$) und 87 DWD-Stationen registrierten Tageshöchstwerte von 38,0 °C oder mehr. An vier DWD-Stationen wurden Temperaturen von 40 °C oder mehr registriert. Dies war erst der zehnte Tag seit Beginn der systematischen Temperaturmessungen 1881 in Deutschland, an dem Temperaturen von 40 °C oder mehr gemessen wurden. Sehr außergewöhnlich war das Überschreiten der 40 °C-Grenze in Hamburg-Neuwiedenthal: Noch nie wurden in Mitteleuropa nördlich des 53. Breitengrads Temperaturen über 40 °C gemessen.

Abb. 9

Intensive Hitze- und Trockenperioden im Sommer 2022

Der Sommer 2022 war in Deutschland und großen Teilen West- und Südeuropas unter häufigem Hochdruckeinfluss, geprägt von außergewöhnlich hohen Temperaturen, unterdurchschnittlichen Niederschlägen, außergewöhnlich viel Sonnenschein sowie mehreren intensiven Hitzewellen¹.

Im Zeitraum 18. bis 19. Juni 2022 wurde Deutschland und Mitteleuropa von einer ersten intensiven Hitzewelle erfasst. Durch aus Südwesten einströmende subtropische Luftmassen wurden in Deutschland großflächig Temperaturen über 35 °C, in Sachsen bis zu 39 °C erreicht. Neben den für das zweite Junidrittel außergewöhnlich hohen Temperaturhöchstwerten war diese Hitzeperiode auch durch sehr hohe Tagesmittelwerte geprägt.

¹ https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/temperatur/20220921_bericht_sommer2022.pdf

Damit schließt sich der Sommer 2022 an eine Folge von Jahren mit markanten Hitzewellen an. In Abb. 9 sind 14-tägige Hitzeperioden mit einem mittleren Tagesmaximum der Lufttemperatur von mindestens 30 °C für acht deutsche Städte seit 1951 dargestellt. Markante Hitzewellen nach dieser Definition waren vor 1980 in Süddeutschland seltene und in Norddeutschland sehr seltene Ereignisse. In Hamburg wurde ein solches Ereignis zum Beispiel 1994 das erste Mal überhaupt registriert. Seit Beginn des 21. Jahrhunderts hat in ganz Deutschland die Häufigkeit solcher markanten Hitzewellen zugenommen. Auch im Sommer 2022 finden sich in fünf der acht dargestellten Städte solche Ereignisse.

In den Alpen wurde ein sehr starker Rückgang der Gletscher beobachtet. Neben den sehr hohen Temperaturen wurde das Abschmelzen der Gletscher durch geringe Neuschneemengen begünstigt. Die stark reflektierende Schneedecke war schnell geschmolzen. Das Gletschereis besitzt eine geringere Albedo, so dass mehr Energie für den Schmelzprozess zur Verfügung stand. Auch begünstigte Saharastaub, der im Frühjahr in die Alpen verfrachtet wurde, die Schnee- bzw. Gletscherschmelze, da auch dadurch die Reflektion der einfallenden Sonnenstrahlung vermindert wird. Im September wurde dem Südlichen Schneeferner der Status als Gletscher aberkannt und er wird nun als Toteis geführt. Somit gibt es in Deutschland nur noch vier Gletscher.

Außergewöhnlich milder Jahreswechsel 2022/23

Auf der Vorderseite eines Tiefs über Großbritannien und Skandinavien wurde während des Jahreswechsels 2022/2023 mit einer sehr lebhaften Südwestströmung warme Subtropikluft nach Mitteleuropa transportiert und die höchsten Temperaturen seit 1881, also Allzeitrekorde, registriert. Neben außergewöhnlich hohen Tagesmaxima sanken die Tiefsttemperaturen in der Silvesternacht teilweise nur auf 15 Grad, Minima die auch im Hochsommer auftreten.

Am 31. Dezember 2022 wurde an vier DWD-Stationen 20 °C und mehr erreicht, 14 weitere DWD-Stationen erreichten Höchstwerte zwischen 19,0 und 19,9 °C, 340 Stationen erreichten 15,0 °C und mehr (Abb. 10). Keine Station des DWD lag tagsüber im Frostbereich. Die Zugspitze meldete 1,9 °C, der Feldberg im Schwarzwald meldete 10,8 °C. An insgesamt 295 DWD-Stationen (mit unterschiedlich langer Messdauer) wurde ein neuer Stationsrekord für den Dezember registriert.

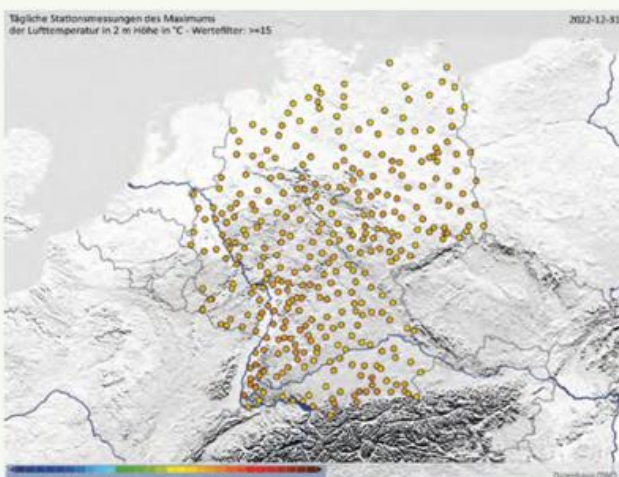


Abb. 10

Abb. 10

DWD-Stationen, die am 31.12.2022 eine Höchsttemperatur von 15 °C oder mehr registrierten.

31.12.2022 Tmin	°C
Bad Neuenahr-Ahrweiler	15,3
Baden-Baden-Geroldsau	15,2
Weilerswist-Lommersum	14,3
Schaaheim-Schlierbach	14,0
Freudenberg/Main-Boxtal	13,9
Königswinter-Heiderhof	13,9
Rheinstetten	13,9
Lahr	13,8
Heinsberg-Schleiden	13,7
Rheinau-Memprechtshofen	13,5
Neunkirchen-Seelscheid-Krawinkel	13,2
Aachen-Orsbach	13,2
Tönisvorst	13,1
Köln-Bonn	13,1
Duisburg-Baerl	13,0
Düsseldorf	13,0
Nideggen-Schmidt	13,0
Obersulm-Willsbach	13,0

Am 1. Januar 2023 wurde am Oberrhein nochmals bei den Tagesmaxima die 20 °C-Marke überschritten, an insgesamt 313 DWD-Stationen wurde ein neuer Temperaturrekord für den Januar registriert.

An beiden Tagen wurden auch außergewöhnlich hohe Tagesmittel und -minima erreicht. In der Silvesternacht 2022/2023 sank vielfach die Temperatur nicht unter 13 °C. In Bad Neuenahr-Ahrweiler und Baden-Baden wurden in dieser Nacht Tagesminima über 15 °C beobachtet (Tabelle 3).

Agrar- und forstmeteorologische Einordnung des Jahres 2022

Die langanhaltenden sehr warmen und sehr trockenen Verhältnisse im Frühjahr und Sommer 2022 hatten in Deutschland und vielen Bereichen Mittel- und Südeuropas gravierende Auswirkungen, insbesondere auf die Landwirtschaft, die Waldbrandgefahr und die Pegel an vielen Flüssen.

Tabelle 3

DWD-Stationen, die in der Nacht 31.12.2022/1.1.2023 eine Tiefsttemperatur von 13 °C oder mehr registrierten.

Abb. 11:

Mittlere Bodenfeuchte unter Gras 1961-2022, 0 bis 60 cm Tiefe, Deutschlandmittel für den Sommer, lokaler Boden

Abb. 12:

Mittlere Bodenfeuchte unter Gras 1961-2022, 0 bis 60 cm Tiefe, Deutschlandmittel für das Jahr, lokaler Boden

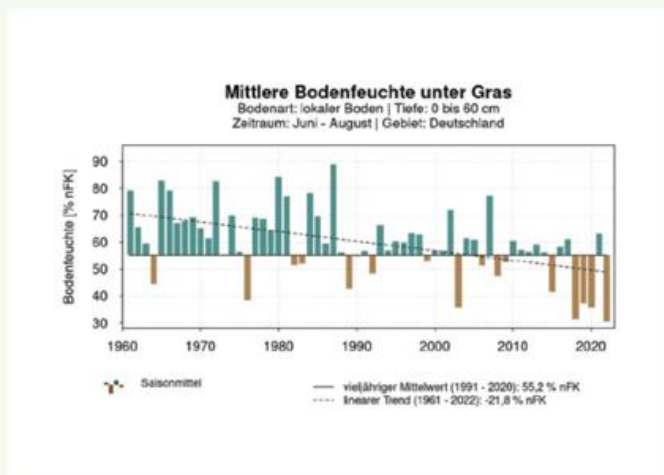


Abb. 11

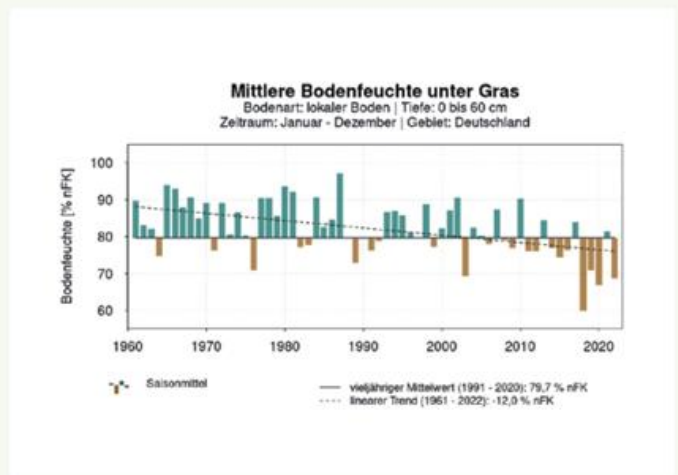


Abb. 12

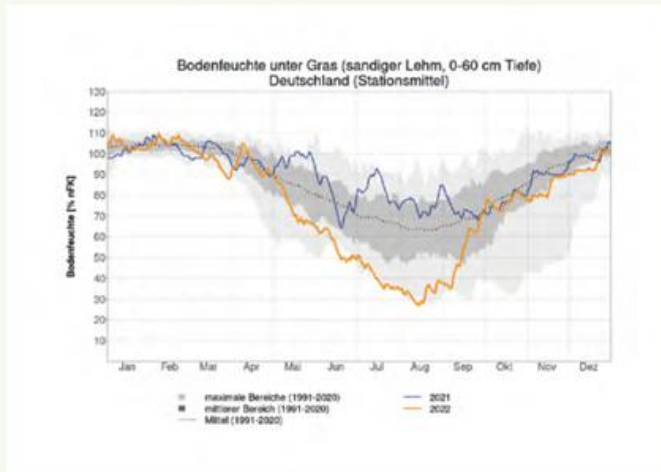


Abb. 13

Die berechnete Bodenfeuchte unter Gras war im Mittel über den Sommer 2022 (Deutschlandmittel) so gering wie noch nie seit 1961 (Abb. 11). Das Gebietsmittel der Bodenfeuchte für das gesamte Jahr liegt 2022 hinter 2018 und 2020 auf Rang drei der sehr trockenen Jahre.

In Abb. 13 ist der mittlere Jahresverlauf der Bodenfeuchte (sandiger Lehm unter Gras) für Deutschland für die Jahre 2022 und 2021 im Vergleich zum vieljährigen Mittel 1991 bis 2020 dargestellt. Nach durchschnittlichen Bodenfeuchtwerten in den Wintermonaten (u. a. aufgrund der ergiebigen Niederschläge im Februar) ist die starke Abnahme der mittleren Bodenfeuchte ab Mai 2022 gut zu erkennen. Im Juli und August wurden zum Teil die niedrigsten Werte seit 1991 erreicht. Erst mit den deutschlandweit intensiven Niederschlägen im September pendelte sich das Gebietsmittel der Bodenfeuchte wieder auf durchschnittliche Werte ein.

Kulturen, die im Herbst 2021 gesät wurden (z. B. Wintergetreide und Raps) profitierten oft noch von ausreichender Bodenfeuchte aus den ergiebigen Niederschlägen im Februar 2022, hier wurden teils gute Erträge erzielt. Bei den Erträgen von Sommergetreide mussten zum Teil hohe Einbußen verzeichnet werden. Größere Einbußen waren auch bei Kartoffeln, Zuckerrüben und vor allem Mais zu verzeichnen. Das Grünland verbräunte zunehmend im Verlauf des Sommers und gebietsweise war kein zweiter Schnitt mehr möglich. Zum Teil mussten die Tiere auf den vertrockneten Weiden schon mit Wintervorrat gefüttert werden. Eine weitere Folge der hohen Sommertemperaturen und vielen Sonnenstunden war regional der Sonnenbrand an Obstkulturen wie zum Beispiel bei Äpfeln.

Der sehr trockene und warme Sommer begünstigte gebietsweise erneut eine starke Ausbreitung des Borkenkäfers und Befall der durch die Trockenheit geschwächten Bäume, was einen erhöhten Befallsdruck im kommenden Jahr nach sich ziehen könnte.

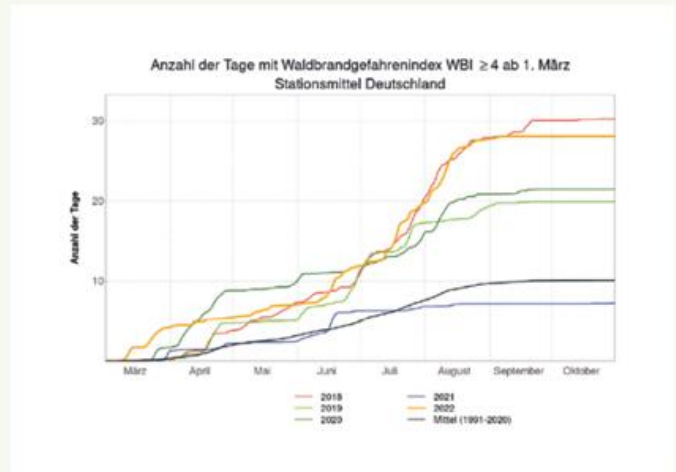


Abb. 14

Abb. 13: Mittlerer Verlauf der Bodenfeuchte in den Jahren 2021 und 2022 im Vergleich zum Mittel 1991-2020, Deutschlandmittel unter Gras, 0 bis 60 cm Tiefe, Modellboden sandiger Lehm

Abb. 14: Anzahl der Tage mit Waldbrandgefahrenindex ≥ 4 ab 1. März, Mittelwert 1991 bis 2020 und Jahre 2018 bis 2022

Das Jahr 2022 war darüber hinaus von einer extrem hohen Waldbrandgefahr geprägt. Bereits im März wurden so viele Tage mit einem Waldbrandindex (WBI) größer oder gleich 4 wie noch nie registriert. Ab Mai wurde eine ähnliche Situation wie 2018 beobachtet (Abb. 14). Die Folge war eine Vielzahl an Waldbränden, insbesondere in Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen.

Laut Deutschem Städte- und Gemeindebund sind bis August 2022 in Deutschland fast 4300 Hektar Wald bei Großbränden von mehr als 30 Hektar verbrannt. Die verbrannte Fläche liege damit bei mehr als dem Fünffachen des jährlichen Durchschnittswerts von knapp 776 Hektar (seit 1991). Im bisherigen Rekordjahr 2019 brannten 2711 Hektar Wald ab.

Sieben Tornados an einem Tag

Am 20. Mai 2022 gab es in großen Teilen Deutschlands die bis dahin stärkste Gewitterlage der Saison 2022.

Schon weit im Vorfeld wurde über die sozialen Medien und die Wetter- und Warnlageberichte davor gewarnt. Eine befürchtete Begleiterscheinung waren Orkanböen, die sich in der Fläche erst über Tschechien entfalten konnten. Aber auch auf das erhöhte Potenzial, dass sich Tornados entwickeln können, wurde immer wieder verwiesen. Insofern war es dann am Ende nicht wirklich überraschend, dass diese aufgetreten sind.

Blick in die Statistik

Alle Tornadoereignisse werden in der Unwetterdatenbank des ESSL (European Severe Storms Laboratory) gespeichert. Robuste Zahlen zu statistischen Untersuchungen von Tornadoereignissen in Deutschland gibt es erst etwa ab dem Jahr 2000. Nutzt man die Datenbasis von 2001 bis 2020, so wurden im Schnitt jährlich 32 Tornados und knapp 17 Wasserhosen registriert. Die Zahlen schwanken von Jahr zu Jahr und es ist davon auszugehen, dass es auch noch eine gewisse Dunkelziffer an schwachen Tornados gibt, die nicht in der Statistik auftauchen.

Die Stärke der Tornados lässt sich über die sogenannte Fujita-Skala von F0 bis F5 einordnen. Von starken Tornados spricht man ab einer Stärke von mindestens F2. Starke Tornados gibt es im Schnitt etwa fünf pro Jahr (4 x F2, 1x F3). Noch stärkere Tornados kommen deutlich seltener vor. In den vergangenen Jahren gab es eher unterdurchschnittlich viele starke Tornados (2019: 1xF2, 1x F3, 2020: keiner, 2021: 1x F2). Insofern war es statistisch gesehen „mal wieder an der Zeit“, dass einige starke Tornados auftauchen. An dieser Stelle sei auch nochmal besonders hervorgehoben, dass sich in den Tornadostatistiken derzeit kein Trend in Bezug auf Anzahl und Stärke von Tornados in Deutschland finden lässt. Insofern eignen sich Tornados auch nicht für Argumentationen in Sachen Klimawandel.

Tornadoausbruch am 20. Mai 2022

An diesem Tag wurden in Mitteleuropa insgesamt sieben Tornados im Zusammenhang mit der Unwetterlage registriert, einer davon in den Niederlanden in Grenznähe zu Deutschland, die weiteren sechs in Deutschland. Bei einer solch großen Anzahl an Tornados spricht man von einem Tornadoausbruch. Drei dieser Tornados waren starke Ereignisse (Merxhausen, Lippstadt und Paderborn; jeweils F2).



Voraussetzungen für die Entstehung von Tornados

Die Meteorolog:innen beim DWD arbeiten mit der sogenannten Zutatenmethode. Dazu halten sie nach Zutaten Ausschau, die zusammenkommen müssen, damit Gewitter und Tornados entstehen können. Für Gewitter braucht es zum einen Feuchte und zum anderen eine möglichst starke Temperaturabnahme mit der Höhe (Labilität). Beide Zutaten werden in der verfügbaren Energie für Gewitter zusammengefasst. Diese Energie war für einige Regionen über der Mitte und dem Süden an diesem Tag deutlich erhöht. Zudem braucht es noch eine weitere Zutat, die Hebung. Sie ist verantwortlich dafür, dass die Luft gehoben wird, sich dabei abkühlt und sich schlussendlich Gewitterwolken bilden. Für den 20. Mai 2022 half ein sich kräftigendes Tiefdruckgebiet, das im Tagesverlauf von Benelux nach Norddeutschland zog und mit seinen Ausläufern ausreichend Hebung lieferte.

Um aus Gewittern auch Unwetter zu machen, braucht man zudem noch ein entscheidendes „Gewürz“ – die Windscherung. Darunter versteht man die Änderung der Windstärke und -richtung mit der Höhe. Für Tornados schaut man ganz speziell auf die Windänderung zwischen Boden und etwa 1 km Höhe. Diese war auch am 20. Mai deutlich erhöht. Damit sich ein Tornado ausbilden kann, ist es zudem hilfreich, wenn die Unterseite der Gewitterwolke eine möglichst niedrige Höhe hat. Oder umgekehrt ausgedrückt: Je höher die Wolkenbildung einsetzt, desto schwieriger wird es für den Tornado, sich zu bilden. Auch diese Bedingung war insbesondere über der westlichen Mitte gegeben. Allein bei der Betrachtung der Zutaten war also schon klar, dass es an diesem Freitag zu Tornados kommen könnte.

Keine räumlich genaue Vorhersage möglich

Wo Tornados dann tatsächlich auftreten, lässt sich allerdings nicht im Vorfeld sagen. Möglich ist hingegen eine sogenannte Potenzialabschätzung. Diese wurde unter anderem auch in der Vorabinformation vom Vortag, dem 19. Mai 2022, kommuniziert. Als der potenzielle Tornado dann mit Hilfe der Wetterradare und Zumeldungen erkannt wurde, tauchten die Begleiterscheinungen schließlich auch in den Akutwarnungen auf.

In einer Untersuchung über starke Tornados in Deutschland von 2013 bis 2020 wurden einige typische Bedingungen im Zusammenhang mit Tornadolagen ermittelt. Ein interessanter Aspekt war, dass es häufiger im Vorfeld von Tornadoereignissen bereits Niederschläge gibt, die unter anderem auch zu einer Anfeuchtung und damit einem Absenken der Wolkenunterseite führen können. Dies war immerhin in 12 von 17 untersuchten Ereignissen der Fall. In acht Fällen gab es direkt vor dem Ereignis Schauer oder Gewitter, und auch am 20. Mai 2022 war dies wieder so. Des Weiteren hat man herausgefunden, dass ein und dasselbe Gewitter wiederholt Tornados hervorbringen kann. An acht von zehn Tagen, an denen es mehr als einen Tornado gab, brachte ein Gewitter mindestens zwei Tornados hervor. Am 20. Mai 2022 konnte dies erneut beobachtet werden. Die Gewitterzelle, die zum Paderborn-Tornado führte, hat nachweislich mindestens vier Tornados erzeugt (Lippstadt, Paderborn, Lütmarsen und Merxhausen), davon drei starke. Zusammengefasst lässt sich die Lage am 20. Mai 2022 als klassische Tornadowetterlage einordnen.

Weitere Informationen zum Thema:
Europäische Unwetterdatenbank
<https://www.eswd.eu/>

Deutschlandwetter 2022

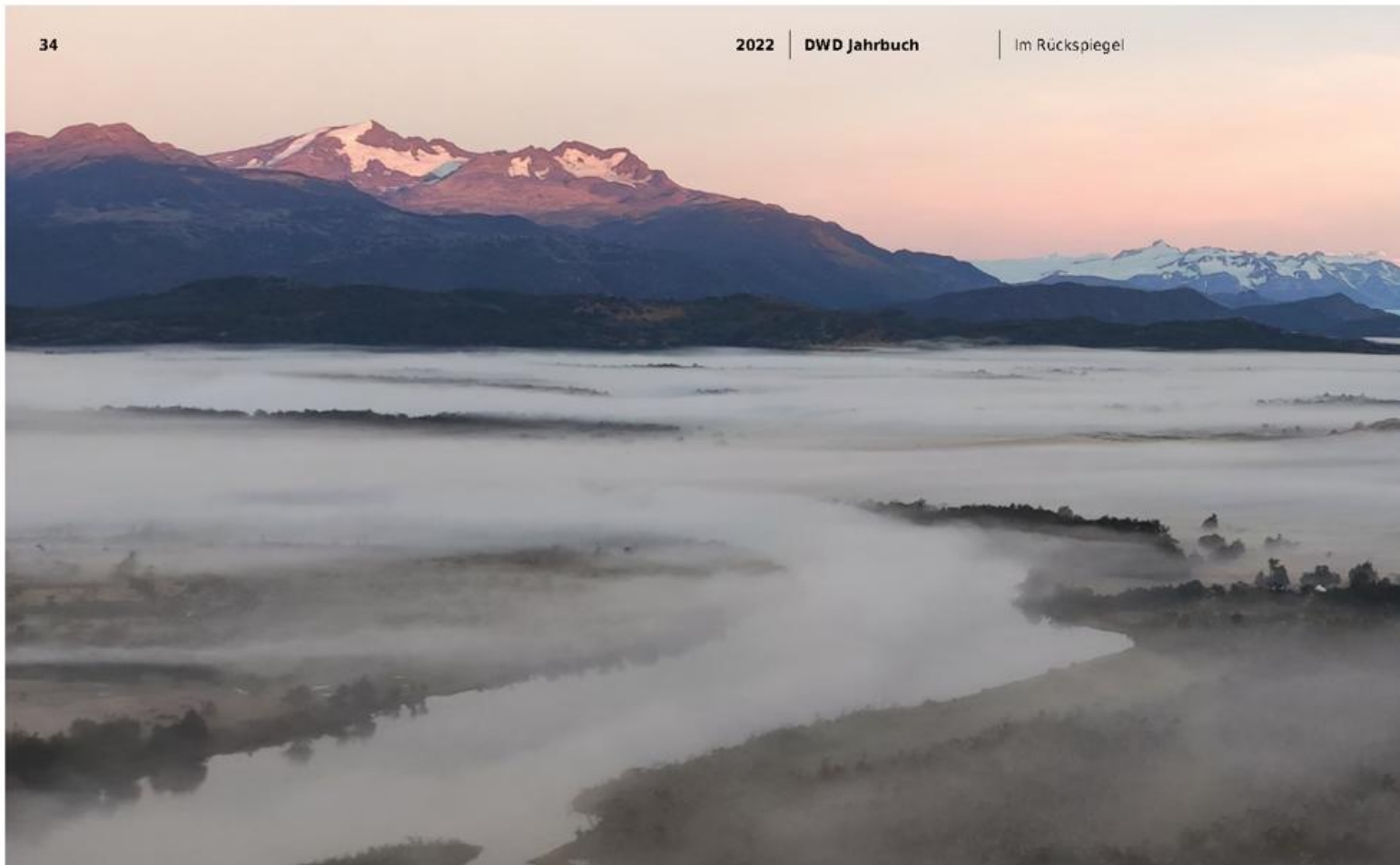
	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	2,8 (-0,5)	18,2 am 4. in Rheinfelden	-20,2 am 21. auf der Zugspitze
Februar	4,5 (0,4)	17,3 am 18. in Metzingen	-18,3 am 11. auf der Zugspitze
März	5,1 (3,5)	23,0 am 28. in Regensburg	-16,9 am 4. auf der Zugspitze
April	7,8 (7,4)	26,0 am 13. in Wolfach	-18,4 am 2. auf der Zugspitze
Mai	14,4 (12,1)	33,7 am 20. in Ohlsbach	-18,4 am 3. auf der Zugspitze
Juni	18,3 (15,4)	39,2 am 19. in Cottbus und Dresden-Strehlen	-9,1 am 30. auf der Zugspitze
Juli	19,1 (16,9)	40,1 am 20. in Hamburg-Neuwiedenthal	-3,9 am 11. auf der Zugspitze
August	20,2 (16,5)	39,6 am 4. in Bad Kreuznach	-4,8 am 8. auf der Zugspitze
September	13,4 (13,3)	32,3 am 5. in Kleve	-0,8 am 22. auf der Zugspitze
Oktober	12,5 (9,0)	28,7 am 13. in Müllheim	-9,9 am 21. auf der Zugspitze
November	6,4 (4,0)	20,5 am 8. in Müllheim	-7,0 am 3. auf der Zugspitze
Dezember	1,8 (0,8)	20,8 am 31. in Wielenbach	-13,6 am 22. auf der Zugspitze
Frühling	9,1 (7,7)	33,7 am 20.5. in Ohlsbach	-18,4 am 2.4. und 3.5. auf der Zugspitze
Sommer	19,2 (16,3)	40,1 am 20.7. in Hamburg-Neuwiedenthal	-9,1 am 30.5. auf der Zugspitze
Herbst	10,7 (8,8)	32,3 am 5.9. in Kleve	-9,9 am 21.9. auf der Zugspitze
Winter 2021/22	3,3 (0,2)	18,2 am 4.1. in Rheinfelden	-20,2 am 21.1. auf der Zugspitze
Jahr	10,5 (8,2)	40,1 am 20.7. in Hamburg-Neuwiedenthal	-20,2 am 21.1. auf der Zugspitze

Niederschlag in l/m²	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
58,2 (60,8)	41,2 (43,6)	sehr milder Jahresstart, am Monatsende Sturm in Nord- und Ostdeutschland und Sturmflut an der Nordsee
83,7 (49,4)	85,0 (71,5)	Sturmserie vom 16. bis 21. Februar (Ylenia, Zeynep, Antonia), sehr niederschlagsreicher Monat
15,0 (56,5)	235,2 (111,2)	mit über 200 Sonnenstunden extrem sonnenscheinreich, sehr trocken
56,5 (58,2)	190,4 (153,7)	zu Monatsbeginn noch Schnee, in der Monatsmitte die ersten Sommertage
47,0 (71,1)	247,7 (201,6)	sehr warmer, trockener und sonnenscheinreicher Monat mit erstem Heißen Tag
56,2 (84,6)	278,8 (203,3)	viele Sommertage, einige Heiße Tage und eine erste Hitzewelle nach der Monatsmitte
37,8 (77,6)	265,8 (210,7)	am 20. Juli insgesamt zehnter Tag seit Aufzeichnungsbeginn mit Temperaturen von 40 °C und mehr
48,9 (77,2)	272,8 (199,5)	weiter anhaltende Trockenheit mit Folgen für die Vegetation und die Pegel der Flüsse, zwölfter zu warmer Monat in Folge
100,0 (61,1)	152,3 (149,6)	viel Niederschlag beendete die Trockenphase, sommerlicher Monatsbeginn, erste Schneefälle in den Alpen am Ende
49,7 (55,8)	141,1 (108,5)	extrem milder Monat, zusammen mit 2001 wärmster Oktober, ab der Monatsmitte sommerliche Temperaturen
48,9 (66,3)	75,3 (52,8)	sehr milder und sonnenscheinreicher Monat, mit unterdurchschnittlichen Niederschlägen
67,5 (70,2)	38,8 (38,0)	bis über die Monatsmitte sehr kalte Temperaturen, kälteste Witterungsphase des gesamten Jahres, extrem milder Monatsausklang
118,5 (185,9)	673,2 (466,6)	trockenes und sonnenscheinreiches Frühjahr
142,9 (239,4)	817,3 (613,5)	sehr warmer, sonnenscheinreicher und trockener Sommer mit mehreren Hitzewellen mit Temperaturen über 40 °C, extreme Trockenheit
198,7 (183,3)	368,6 (310,9)	sehr milder Herbst mit letztem Sommertag Ende Oktober
203,3 (180,7)	164,0 (152,9)	kaum winterliche Bedingungen im Flachland, wenig Schnee in den Mittelgebirgen und in den Alpen
669,5 (788,9)	2024,1 (1544)	zusammen mit 2018 das bisher wärmste Jahr seit Aufzeichnungsbeginn 1881

Im Rückspiegel

rechts
Virga - rückseltig einer Gewitter-
zelle bei Sonnenuntergang,
aufgenommen an der Landesgrenze
Thüringen/Bayern



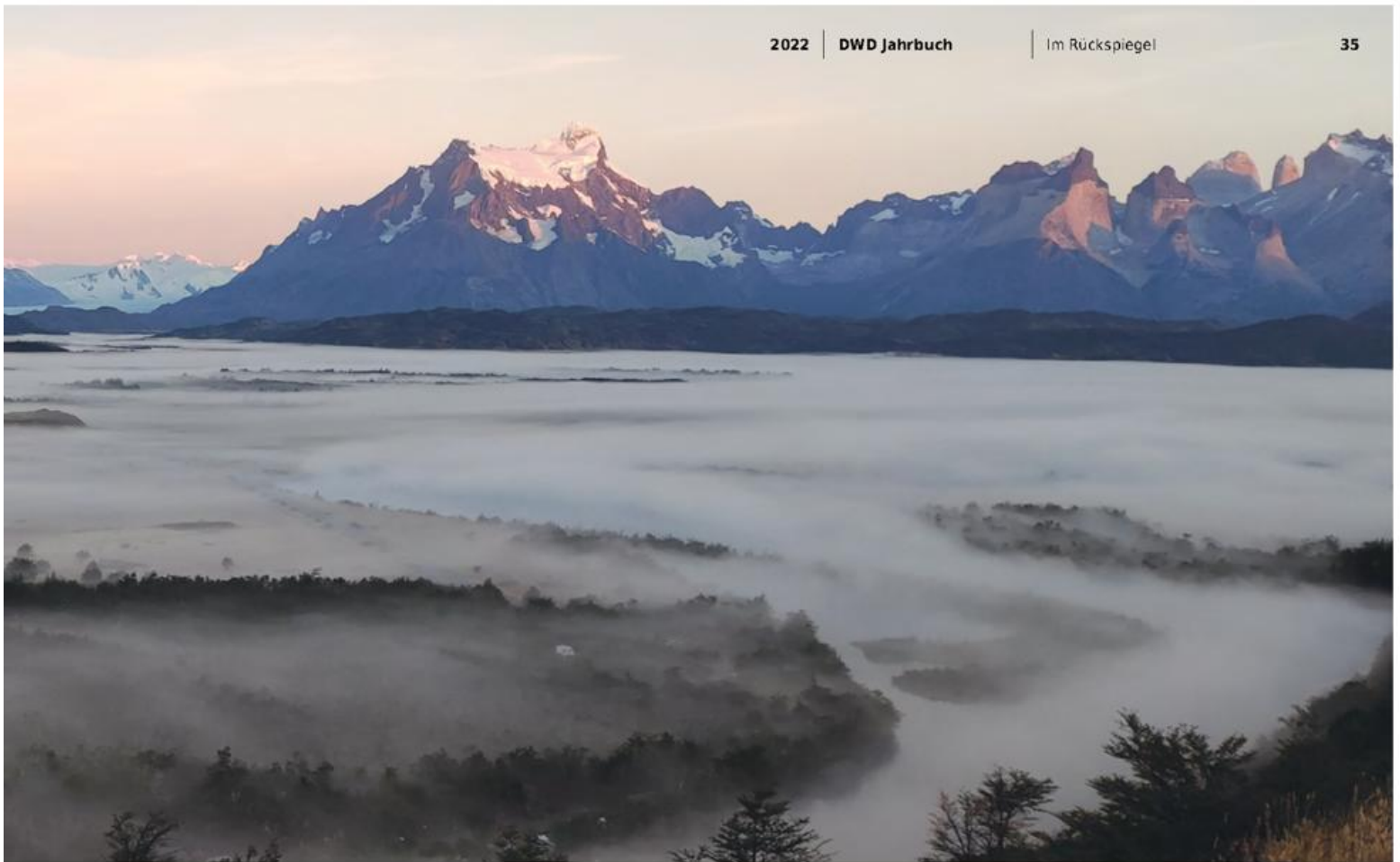


Winter 2022/23: Zusammenarbeit mit der Bundesnetzagentur und den Gasnetzbetreibern

Die Sorge vor einer Gasmangellage in Deutschland über den Winter 2022/2023 war bei der Bevölkerung, der Wirtschaft und in der Politik groß. Der Gasverbrauch hängt dabei von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab, darunter meteorologische: Lufttemperatur, aber auch die Luftfeuchte oder die Sonnenscheindauer spielen eine Rolle. Umso mehr wurde im Herbst 2022 auf die saisonale Klimavorhersage und die täglichen Wetterberichte des Deutschen Wetterdienstes geschaut.

Von der Öffentlichkeit gänzlich unbemerkt arbeitet der DWD schon seit vielen Jahren mit den Gasnetzbetreibern, seit dem letzten Winter aber vor allem mit der Bundesnetzagentur (BNetzA) zusammen. Um den akuten Gasbedarf zu decken, liegt der Focus der Gasnetzbetreiber auf der Wettervorhersage für die nächsten drei Tage. Sie nutzen dafür die sogenannte Zieltemperatur, eine rechnerische Größe aus den gemessenen Tagesmitteltemperaturen und dem Gasverbrauch pro Tag in einem bestimmten Netzgebiet.

Für diesen Zweck hat der DWD in einem Projekt des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) die Gasprognosetemperatur entwickelt. Dabei handelt es sich um eine auf den Kundenverbrauch im Netzgebiet des Gasnetzbetreibers optimierte, berechnete Tagesmitteltemperatur, die sich auf den sogenannten Gastag (06 Uhr Vortag bis 06 Uhr aktueller Tag) bezieht. Die Gasprognosetemperatur wird vom DWD für jedes Gasnetzgebiet in Deutschland angeboten. Nach Zulieferung der Zieltemperaturen können dem Netzbetreiber für dessen Gebiet sogar noch weiter verbesserte Vorhersagen zur Verfügung gestellt werden.



oben

Nach einer kalten und sternklaren Nacht stieg mit Sonnenaufgang Bodennebel auf und zauberte diesen Eindruck, aufgenommen im Nationalpark Torres del Paine (Chile).

Für die Bundesnetzagentur sind hingegen Prognosen bis zu 90 Tage in die Zukunft relevant. In der Regel setzt die BNetzA dafür Modelle ein, um die Verbräuche zu berechnen. Die Berechnungen basierten dabei bisher auf historischen Tagesmitteltemperaturen und Gasverbräuchen. Dazu reichen „grobe“ Messdaten aus, wie beispielsweise die Tagesmitteltemperatur für ganz Deutschland. Angesichts der besonderen Situation im vergangenen Jahr durch den Krieg in der Ukraine, wollte die BNetzA ihre Simulationen optimieren. Dazu wurde die Zusammenarbeit mit dem DWD aufgebaut.

Der DWD stellte die Daten der Lufttemperatur aller DWD-Messstationen des Vortages zur Verfügung, damit die BNetzA zeitnah ihr eigenes Messwertearchiv vervollständigen und die Daten nutzen konnte. Darüber hinaus übermittelte der DWD der BNetzA die Vorhersage der Tagesmitteltemperatur für knapp 500 DWD-Stationen bis zum neunten Tag in der Zukunft. Um die Prognose für den Gasverbrauch zu verbessern, stellte die BNetzA sukzessive das Tagesmittel für Deutschland auf Tagesmittel der Stationen um. Werden Datensätze individueller Vorhersagen in der Regel in einer Sekunde erzeugt, dauerte die Produktion der Punkt-Termin-Prognosen inklusive der Bereitstellung der Messdaten für die Bundesnetzagentur immerhin 60 Sekunden.

Zudem lieferte der DWD Informationen zu Witterungs- und saisonale Klimavorhersagen der kommenden Wochen und Monate in Deutschland, um dem Wunsch der BNetzA nach längerfristigen Wettervorhersagen zu entsprechen. Jede Woche wurden die Temperaturdaten der Witterungsvorhersagen für die kommenden sechs Wochenmittel und für unterschiedliche Regionen Deutschlands bereitgestellt. Dabei wurden die Werte der 51 Vorhersage-Simulationen sowie statistische Auswertungen, wie beispielsweise Mittelwerte, Wahrscheinlichkeiten oder Qualitätsmaße berücksichtigt. Zusätzlich wurden Dokumente zur aktuellen Witterungs- und saisonalen Klimavorhersage der kommenden Wochen und Monate an die BNetzA versandt. Diese Dokumente beschreiben mit Texten und Abbildungen, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein warmer, normaler oder kalter Zustand erwartet wird und wie die vorgestellten Klimavorhersagen berechnet wurden.

Beitrag zum Klimaschutz: Potenzial von jährlich einer Million Tonnen CO₂ Einsparung

Auch der Ausbau von Photovoltaik auf Flächen im öffentlichen Raum bietet Möglichkeiten, das Klima zu schützen. Das Potenzial für Lärmschutzbauten zeigt eine Analyse, die der Deutsche Wetterdienst (DWD) in Zusammenarbeit mit dem Eisenbahn-Bundesamt (EBA) und der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) im Rahmen des Expertennetzwerks des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) durchgeführt hat. Das Ergebnis fasst Bundesminister Dr. Volker Wissing zusammen: „Wenn wir geeignete Lärmschutzwände und -wälle entlang der deutschen Autobahnen und Bahngleise mit Photovoltaik-Modulen ausstatten, könnten wir pro Jahr bis zu einer Millionen Tonnen CO₂ einsparen. Damit könnten wir einen substantziellen Beitrag zu den nationalen Klimaschutzzielen leisten.“

Strom für 450.000 Haushalte

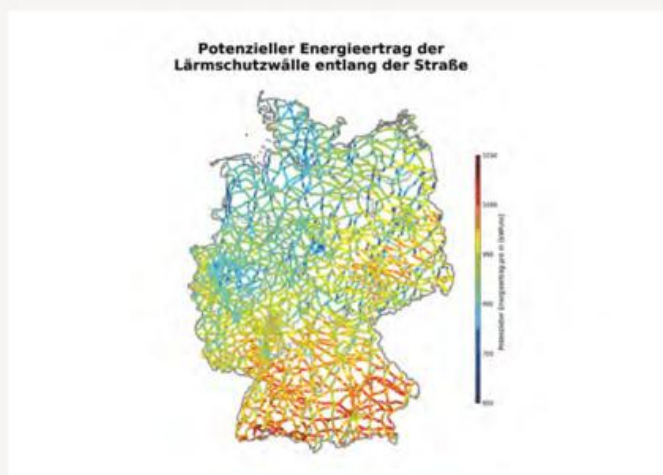
Die Lärmschutzeinrichtungen entlang von Bahnstrecken, Autobahnen und Bundesstraßen sind zusammen rund 5.800 Kilometer lang. Mehr als 1.800 Kilometer Lärmschutzbauwerke finden sich entlang von Eisenbahnlinien¹ und knapp 4.000 Kilometer stehen an Autobahnen und Bundesstraßen². Welche Stromausbeute Photovoltaik-Module grundsätzlich liefern könnten, die dort nachträglich montiert werden, hat der DWD auf Basis von Satellitendaten berechnet: rund 1.500 Gigawattstunden (GWh) Strom, wenn Ausrichtung und Neigungswinkel der Lärmschutzeinrichtungen entsprechend berücksichtigt werden. Mit diesem Energieertrag könnten in Deutschland etwa 450.000 Haushalte ihren jährlichen Stromverbrauch decken.³

01

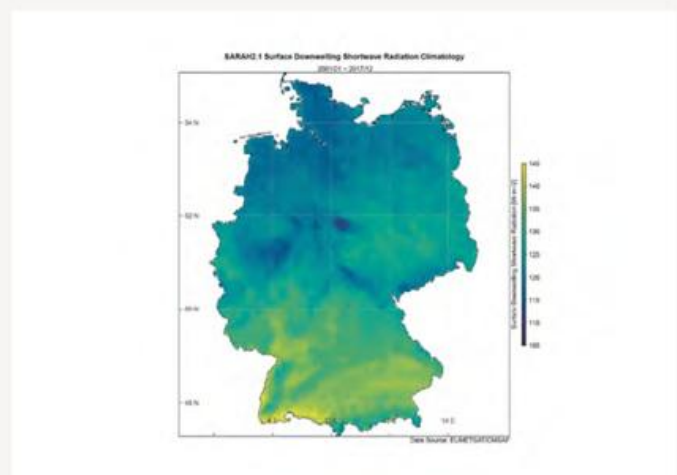
Beispiel der Abschätzung des Ertragspotenzials an Lärmschutzeinrichtungen entlang der Fernstraßen

02

Einstrahlungsverhältnisse in Deutschland während des Untersuchungszeitraums 2001 - 2017. Der satellitenbasierte Datensatz wurde durch den DWD im Rahmen seines Beitrags zur ‚EUMETSAT Climate Monitoring Satellite Application Facility‘ erstellt.



01

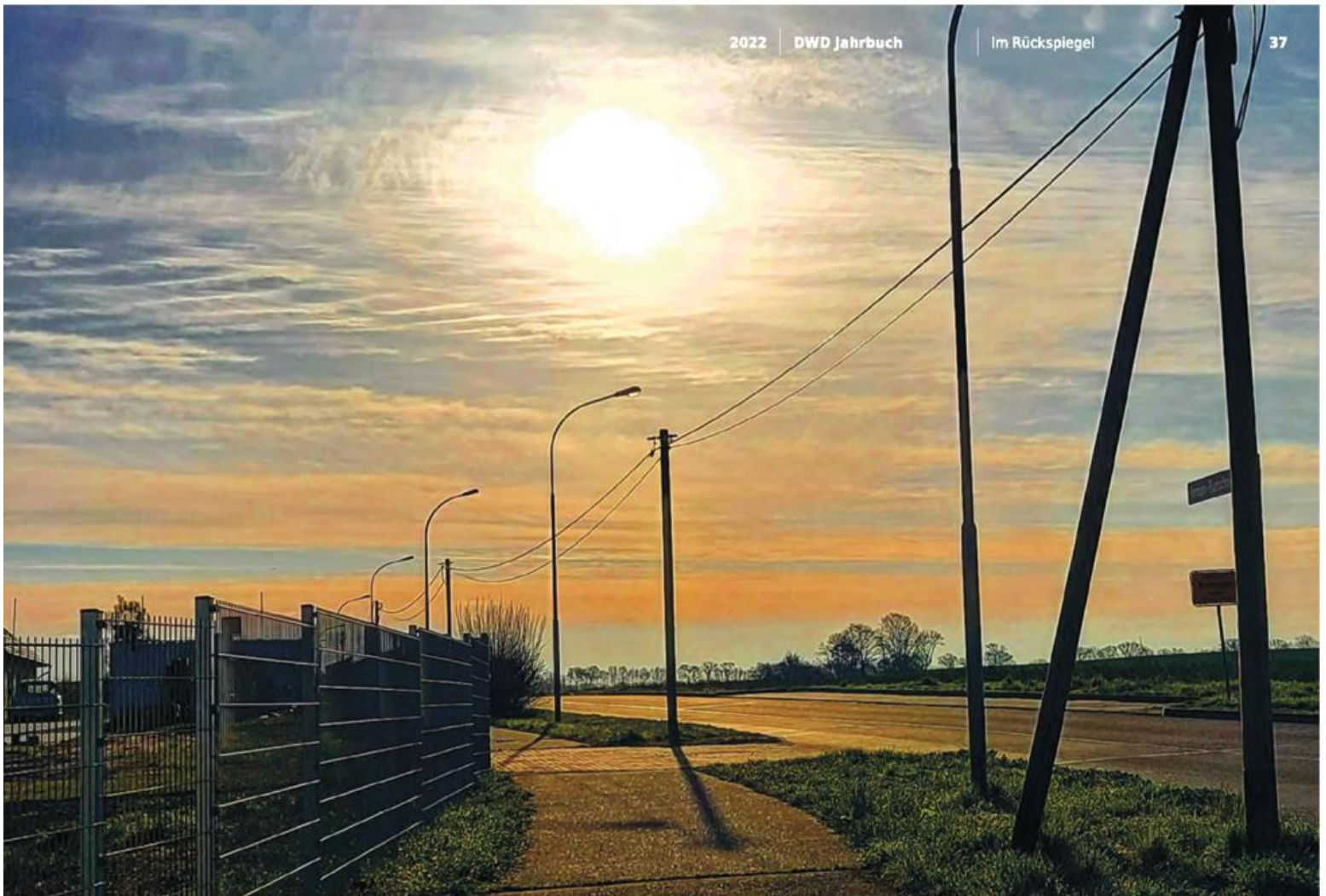


02

¹ Datenbasis: Dritte Lärmkartierung im Jahr 2017, EBA 2017

² Datenbasis: Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2017 - 2018 - 2019, BMDV 2021

³ Datenbasis: Statistisches Bundesamt. Durchschnittlicher Stromverbrauch eines Haushalts pro Jahr lag im Jahr 2019 bei 3.106 Kilowattstunden



Lärmschutzwälle entlang der Autobahn bergen das größte Potenzial

Entlang der Bundesfernstraßen gibt es verschiedene Arten von Lärmschutzträgern. Etwa 80 Kilometer machen die Steilwälle aus, das sind mit Steinen gefüllte Metallgestelle. Die Lärmschutzwände kommen auf ca. 2.500 Kilometer. Die nutzbare Fläche für die Integration von PV-Anlagen schätzten die Expert:innen auf etwa zehn Prozent. Weitaus größeres Potenzial bieten die sogenannten Lärmschutzwälle, die einen Neigungswinkel von typischerweise 30 Grad haben. Diese Wälle gibt es auf rund 1.300 Kilometern entlang der Autobahnen. Sie sind oft mit Gras bewachsen und erinnern an Deiche. Die Lärmschutzwälle haben rechnerisch ein jährliches Ertragspotenzial von rund 1.200 Gigawattstunden (GWh), wenn 50 Prozent ihrer Fläche mit PV-Anlagen bebaut werden. Erhöht man die Belegung mit Photovoltaikmodulen auf 60 Prozent, sind es rund 1.400 GWh; bei 70 Prozent sogar 1.695 GWh.

Wichtiger Beitrag zur Energiewende – Lärm- und Naturschutz mitdenken

Um die Potenziale zu heben, ist es nach Einschätzung der beteiligten Expert:innen wesentlich, dass die lärm- und betriebstechnischen Eigenschaften der Bauwerke erhalten bleiben. Begrünte Lärmschutzbauten sind oftmals auch naturschutzrechtlich relevant.

oben

Sonnenschein mit leichter Bewölkung, aufgenommen bei einem morgendlichen Spaziergang in Neuruppin

Über das BMDV-Expertennetzwerk

Das Expertennetzwerk des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) ist ein wichtiger Baustein der Ressortforschung. Unter dem Leitmotiv „Wissen – Können – Handeln“ haben sich sieben Ressortforschungseinrichtungen und Fachbehörden des BMDV 2016 zu einem Netzwerk zusammengeschlossen. Ziel ist es, die Kompetenzen der beteiligten Behörden auf eine breitere gemeinsame Basis zu stellen, sie intensiver miteinander zu vernetzen und so anwendungsorientierte Forschungsergebnisse für die Praxis zu ermöglichen.

Wettervorhersagen und Ausbreitungsberechnungen für das Kriegsgebiet

Zu den gesetzlichen Aufgaben des DWD gehört es, die Radioaktivität in Luft und Niederschlag zu messen und bei einem möglichen atomaren Störfall Ausbreitungsberechnungen durchzuführen. Dazu betreibt der DWD ein Messnetz von insgesamt 48 Stationen. Gleich zu Beginn des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine am 24. Februar 2022 vereinbarten das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und der DWD, Wetterberichte und Ausbreitungsberechnungen für das vom Krieg betroffene Gebiet bereitzustellen.

Schon zu Beginn des Krieges eroberten russische Truppen das ehemalige Kernkraftwerk Tschernobyl. Durch die Kriegshandlungen wurde radioaktiv belastetes Erdreich aufgewirbelt und es wurden rund um Tschernobyl erhöhte Strahlenwerte gemessen. Die Ausbreitungsberechnungen des DWD zeigten jedoch schnell, dass keine Gefahr für das deutsche Staatsgebiet bestand. Es wurden über das Radioaktivitätsmessnetz des DWD im gesamten vergangenen Jahr keine erhöhten Werte gemessen.

Durch die andauernden Kampfhandlungen besteht allerdings die Gefahr, dass ukrainische Kernkraftwerke beschädigt werden und es zu einer Freisetzung von radioaktivem Material kommen kann. Im weiteren Verlauf des Krieges kam es zur Übernahme der gesamten Anlagen in Tschernobyl und des Kraftwerkes Saporischschja durch russische Kräfte. Kritische Situationen ergaben sich am Kharkiv Institute of Physics and Technology (NSC KIPT) im ostukrainischen Charkiv, einem Forschungsinstitut, an dem ebenfalls mit radioaktiven Stoffen gearbeitet wird. Am Standort Saporischschja, dem größten europäischen Atomkraftwerk, wurde wiederholt die Stromzuführung beschädigt.

Die Vereinbarung mit dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sah vor, dass der DWD täglich einen gesonderten Wetterbericht für das Gebiet der Ukraine bereitstellt. Diese Wetterberichte werden andauernd vom DWD in das Notfallsystem des Bundes eingestellt und an einen ausgewählten Nutzerkreis verteilt. Neben dem BfS informiert der DWD direkt die Bundeswehr, das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) und das Innenministerium.

Saporischschja/Zaporozhye



oben

Ausbreitungsrechnung in der sogenannten RODOS-Darstellung

Zusätzlich fordert das BfS seit Kriegsbeginn täglich viermal eine Ausbreitungsrechnung für alle operationellen ukrainischen Kernkraftwerke und die „Atomruine“ Tschernobyl an. Diese Ausbreitungsberechnungen werden über die Informations- und Entscheidungshilfesysteme des Bundes und der Länder verteilt und fließen in die tägliche Darstellung des BfS zur radiologischen Lage in der Ukraine ein.

Die Bedrohungslage durch den Ukraine-Krieg führte beim DWD zur Entwicklung eines sogenannten OIL-Flight-Verfahrens (Operational Intervention Level). Nach einem möglichen atomaren Störfall kann über dieses Verfahren vorhergesagt werden, wo sich radioaktiv kontaminierte Lufträume befinden sowie zweifelsfrei nicht betroffene Gebiete definiert werden. Dies dient der Sicherung des Luftverkehrs. Der DWD selbst wird kontinuierlich über verschiedene Plattformen und Kontakte immer aktuell über die Lage im Kriegsgebiet informiert.

Wettervorhersage direkt ins Cockpit

Neben Turbulenzen und Vereisung gehören Gewitter zu den Wettererscheinungen in der Luftfahrt, die zu einer großen Gefahr für Flugzeuge insbesondere während ihres Fluges werden können. Umso wichtiger ist es, dass im Cockpit stets aktuelle Wettervorhersagen zur Verfügung stehen. Mit dem vom Deutschen Wetterdienst (DWD) entwickelten globalen Kurzfristvorhersageverfahren NowCastSAT-Aviation (NCS-A) erhalten die Pilot:innen der Deutschen Lufthansa seit 2022 alle 15 Minuten aktuelle Gewittervorhersagen während des Fluges direkt ins Cockpit. Damit können sie schnell die aktuelle meteorologische Lage auf der Flugroute beurteilen und mit dem bordeigenen Radar entscheiden, ob sie gefährliche Gewitter umfliegen.

Zweite DWD-Komponente in den Flugkanzeln der Lufthansa

In Deutschland startet kein Flugzeug, ohne dass die Cockpit-Besatzung zuvor ein meteorologisches Briefing erhalten hat. Dieses kommt vom DWD, zu dessen gesetzlichen Aufgaben auch die meteorologische Sicherung der Luftfahrt gehört. Dabei nutzt seit längerem unter anderem die Lufthansa die Turbulenzvorhersage EDP des DWD, die ebenfalls direkt in die Flugkanzeln geliefert wird.

Nun kommt mit der globalen Gewittervorhersage NCS-A eine zweite DWD-Komponente in die Cockpits. Über eine Schnittstelle des DWD-Geodatenservers werden die Vorhersagen vom Lufthansa-IT-Provider direkt in die eigenen Systeme integriert und in rund 340 Flugzeuge in nahezu Echtzeit übertragen. Für diese Gewittervorhersage verwendet der DWD die Daten von insgesamt fünf geostationären Satelliten, globale Blitzdaten eines externen Dienstleisters sowie

Daten aus dem globalen Modell seines Wettervorhersagesystems ICON. NowCastSAT-Aviation stellt daraus dann die Konvektionsstärke in drei Stufen zusammen mit der Wolkenobergrenze zur Verfügung. In diesem Zusammenspiel der vorliegenden Wetterinformationen ermöglichen moderne Verfahren, die Verlagerung von Gewitterzellen zu erschließen und so die Pilot:innen bei der Einschätzung der meteorologischen Situation zu unterstützen. Aufgrund der hohen Datenqualität kann die Falschalarmrate signifikant reduziert und somit die Flugsicherheit insgesamt erhöht werden.

Doch als zertifizierter Flugwetterdienst ist die Arbeit des DWD hier noch lange nicht zu Ende. Weitere Entwicklungen, wie beispielsweise die europäische Version der Gewittervorhersage für das Cockpit stehen kurz vor der operationellen Einführung.

rechts

Das Cockpit einer Lufthansa-Maschine: Auf dem linken Bildschirm ist das bordeigene Radar zu sehen, auf dem rechten Bildschirm werden Detektion und Nowcasting (Vorhersage bis zwei Stunden im Voraus) von Gewittern während eines Fluges angezeigt.



Gipfelwetter - hinter den Kulissen

Rund 100 Kilometer südlich von München, idyllisches Tal im Herzen des Wettersteingebirges, oberhalb der Gemeinde Klais auf rund 1.000 Metern Höhe – hier auf Schloss Elmau trafen sich vom 26. bis 28. Juni 2022 die Staats- und Regierungschefs der G7-Staaten zu ihrem jährlichen Gipfel. Da die Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2022 den G7-Vorsitz innehatte, fand in Deutschland auch der G7-Gipfel statt.

Das Treffen beschäftigte nicht nur Politik und zahlreiche Sicherheitsorgane, sondern auch den Deutschen Wetterdienst, der für die meteorologische Sicherung des Gipfels zuständig war. Die Vorbereitungen auf Seiten des DWD begannen im Januar. Die Bundespolizei hatte eine entsprechende Anfrage an die Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) des DWD am Münchener Flughafen gerichtet. Es galt, zuverlässige Wettervorhersagen und -beratungen für etwa 18.000 Einsatzkräfte sowie die Flüge von rund 45 Hubschraubern zu erstellen.

Gemischter Betrieb

Üblicherweise liegt der Focus der LBZ auf der Flugmeteorologie. Doch dieses Mal war auch die Vorhersage und Beratung für das Wetter am Boden (Landwetter) gewünscht. Dies bedeutete Neuland für die LBZ. Um den Anforderungen nach einem „gemischten“ Betrieb der Land- und Luftvorhersage zu entsprechen, entwickelte der DWD ein umfassendes Paket an Services und Produkten.



01

Blick in die Luftfahrtberatungszentrale des DWD am Münchener Flughafen

Dazu gehörte unter anderem ein Kartensatz, der auf einer geschützten Seite im Heliportal den Führungsstäben der Bundespolizei Berlin und München sowie allen Besatzungen zugänglich gemacht wurde. Der Kartensatz wurde durch weitere Daten wie Temperaturvorhersagen für Vorhersagepunkte in verschiedenen Höhen, astronomische Daten sowie einen Vorhersagetext ergänzt. Für die möglichst anschauliche Planung der Flüge zwischen Elmau und dem Flughafen München wurden eigens drei Flugstrecken generiert und entsprechend den Wetterbedingungen farbig eingestuft. Damit konnten Flüge für die nächsten zwölf Stunden nach dem bewährten Ampelsystem auch von Nicht-Piloten eingeschätzt werden, ob ein Transport der VIPs und Einsatzkräfte per Hubschrauber möglich ist, oder ob doch der Landweg benutzt werden muss.

Hohes Beratungsaufkommen zum G7-Gipfel

Der offizielle G7-Betrieb begann für die DWD-Kolleginnen und Kollegen an der LBZ München am 13. Juni. Zunächst war das telefonische Beratungsaufkommen noch verhalten, nahm aber zu, je näher der Gipfel rückte. Zu Beginn des offiziellen G7-Betriebes wurde auch das White House Military Office (WHMO) in die Verteilung der Produkte mit aufgenommen. Die Pilotinnen und Piloten des Marine Corps Helicopter Squadron One sowie die Leiterin der Presidential Weather Operations des WHMO nutzten fleißig die DWD-Produkte. Sie nahmen auch die Möglichkeit der telefonischen Beratung regelmäßig in Anspruch.

Das Wetter bis zum Gipfelsonntag war, meteorologisch betrachtet, ruhig und erlaubte alle geplanten Flugvorhaben. Am Montag und Dienstag (27. und 28. Juni) kippte die Wetterlage, in der labilen heißen Luft wurden zahlreiche Gewitter ausgelöst. Es bildeten sich mehrere Superzellen, es kam zu teils erheblichen Hagelereignissen. Östlich des Gipfelortes wurden in der DWD-WarnWetter-App Bilder von sechs bis acht Zentimeter großen Hagelkörnern veröffentlicht. Schloss Elmau und der nächstgelegene Bereitstellungsort der Hubschrauberstaffeln am Flugplatz Ohlstadt-Pömetzried blieben vom Hagel jedoch verschont.

Der DWD verlängerte die „G7-Schicht“ aufgrund des komplexen Wetters und des hohen Beratungsaufkommens an den beiden Tagen in den Abend hinein. Am Dienstag stand dann der Rücktransport der Staatsgäste zum Flughafen München an. Nachdem am Mittwoch (29. Juni) auch die Hubschrauberheiten die Heimflüge angetreten hatten, konnte der DWD die Zusatzvorhersagen einstellen.

unten

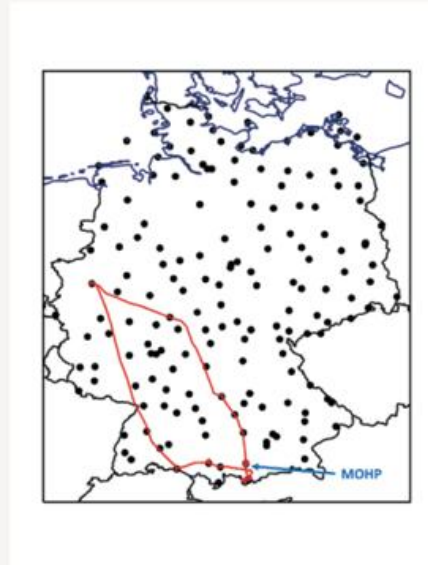
Nach einem Sommergewitter,
aufgenommen in der Sächsischen
Schweiz



Ein außergewöhnlich starkes Saharastaub-Ereignis

Mitte März wurde Saharastaub aus der algerischen Wüste nach Mitteleuropa transportiert. Auch in Deutschland konnten durch den Staub in der Luft orange, rötlich oder bräunlich gefärbter Himmel und spektakuläre Sonnenaufgänge und Sonnenuntergänge beobachtet werden. Diese Erscheinungen deuteten auf eine besonders hohe Konzentration des Saharastaubs hin. Messungen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und der Hochschule Düsseldorf bestätigen dies. Nach einem vom Flugzeug aus gemessenen Vertikalprofil der Partikelmassenkonzentration über dem Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg (MOHP) des DWD betrug bei dem aktuellen Saharastaub-Ereignis die höchste Konzentration über $2.200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, entsprechend $2.2 \text{ mg}/\text{m}^3$ in einer Höhe von zwei Kilometern ü. N.N. Das bedeutet, die Konzentration von Staub in der Luft war in dieser Höhe gegenüber den Normalwerten um den Faktor 200 erhöht. Das langjährige Mittel der bodennahen Konzentrationen am Hohenpeißenberg hat in den vergangenen 25 Jahren von ca. 12 auf $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgenommen. Dort wurden im März aber kurzzeitig $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen, fast so viel wie bei dem bisher stärksten Ereignis in der Messreihe im Mai/Juni 2008, bei dem es bis zu $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ waren.

Am Donnerstag, dem 17.03.2022, konnte der Deutsche Wetterdienst in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Physik und Umweltmesstechnik der Hochschule Düsseldorf das Saharastaub-Ereignis mit Laser-Fernerkundung und Flugzeugmessungen genauer untersuchen. Dazu flog ein Forschungsflugzeug vom Flughafen Essen/Mülheim bis zur Zugspitze und zurück. Auf der Flugroute wurden auch die Positionen von DWD-Messstationen berücksichtigt, an denen jeweils ein Ceilometer zur aktiven Fernerkundung der Atmosphäre betrieben wird.



01
Flugroute (rote Linie)
und Ceilometer-Standorte
(schwarze Punkte)

Ceilometer sind Geräte zur automatischen Messung der Wolkenhöhe bzw. der Wolkenuntergrenze. Sie eignen sich auch zum qualitativen und quantitativen Nachweis von Partikeln wie Staub oder Vulkanasche, die in der Luft enthalten sind. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass für Staub und Vulkanasche zusätzliche Messdaten vorhanden sind oder Annahmen über die Staubbeschaffenheit, wie Dichte und Rückstreuvermögen, getroffen werden.

Wüstenstaub aus der Sahara kann im Mittel in Süddeutschland an 50 bis 60 Tagen pro Jahr und in Norddeutschland an 30 Tagen pro Jahr beobachtet werden. Meistens merkt man am Boden nicht, ob in wenigen Kilometern Höhe eine Staubschicht vorhanden ist oder nicht. Doch mittels Ceilometern kann man diese Staubereignisse erfassen, sofern diese nicht zu schwach ausgeprägt sind oder Wolken den Blick in den Himmel verwehren.

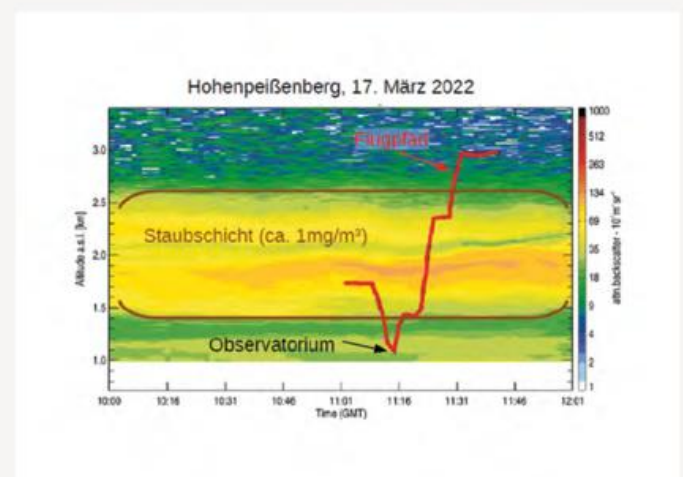
Die gewonnenen Daten werden u. a. auch im Projekt „PermaStrom“ verwendet. „PermaStrom“ hat das Ziel, die Vorhersage der Photovoltaikenergieerzeugung zu präzisieren, indem zum Beispiel die Vorhersage des Auftretens und Transportes von Wüstenstaub verbessert wird. Für Photovoltaikanlagen ist der Saharastaub ein großes Problem. Solange er den Himmel verdunkelt, sinkt die Stromerzeugung um zehn bis 20 Prozent – das zeigte bereits das Vorgängerforschungsprojekt „PerduS“, an dem der Deutsche Wetterdienst, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Firma meteocontrol beteiligt waren. Auch in den Folgetagen eines Saharastaub-Ereignisses sinkt die Leistung dort, wo der Staub die Anlagen direkt verschmutzt. Für Energieerzeuger ist es daher sehr wichtig, diese Analyse- und Vorhersagedaten zu kennen, um bei Saharastaub-Ereignissen verlässliche Ertragsprognosen erstellen zu können.

02

Wolkenhöhenmesser
(Ceilometer)



02



03

Die höchste Konzentration der Staubschicht befindet sich zwischen 1,5 und 2,5 Kilometern Höhe. Die dicke rote Linie zeigt die Position des Flugzeuges.

Treibhausgasen auf der Spur

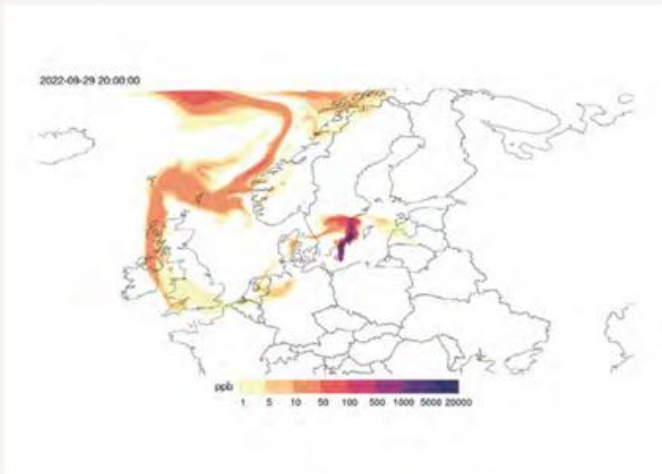
Die Quellen (Freisetzung) und Senken (Aufnahme) von Treibhausgasen in Deutschland sollen zukünftig besser erfasst und überwacht werden. Das ist das Ziel des Integrierten Treibhausgas-Monitoringsystems (ITMS) für Deutschland, das offiziell im Oktober 2022 am Max-Planck-Institut (MPI-BGC) für Biogeochemie in Jena gestartet wurde. Das ITMS wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und soll Bundesregierung und Öffentlichkeit gesicherte Informationen zu Stand und Entwicklung der Treibhausgasflüsse zur Verfügung stellen.

Zu den federführenden Partnern gehören das MPI-BGC, der Deutsche Wetterdienst (DWD), das Institut für Umweltphysik der Universität Bremen, das Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sowie das Institut für Physik der Atmosphäre des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Des Weiteren sind das Umweltbundesamt sowie das Thünen-Institut für Agrarklimaschutz beteiligt, die beide eine zentrale Rolle in der nationalen Berichterstattung zu den internationalen Klimaschutzverträgen spielen.

unten

Gewitterzelle, aufgenommen
in Langstadt (Hessen)





01

Neu am ITMS ist, dass die Quellen und Senken von Treibhausgasen, auf Beobachtungen basierend, unabhängig ermittelt werden können: Auf der Grundlage der gemessenen Konzentrationen in der Atmosphäre und mittels aktueller Modellierung der Quellen- und Senkenprozesse sowie des meteorologischen Transports werden neue Berechnungen mit einer hohen Zuverlässigkeit ermöglicht. Gerade vertrauenswürdige Daten sind für eine faktenbasierte Politik zur Eindämmung des Klimawandels, für die Steuerung des Handels mit CO₂-Zertifikaten und den Weg zu einer klimaneutralen Wirtschaft (NetZero) von besonderer Relevanz.

Inverse Modellierung findet Quellen und Senken

Quellen und Senken von Treibhausgasen sowie deren Herkunft an der Oberfläche der Erde können mit Hilfe der „inversen Modellierung“ ermittelt werden. Dieses Verfahren nutzt echte Beobachtungsdaten von atmosphärischen Treibhausgaskonzentrationen und unter Zuhilfenahme eines Modells lässt sich auf die räumliche Verteilung sowie die Stärke der Quellen und Senken rückschließen. Gemeinsam mit einer Forschungsgruppe des MPI-BGC wird der Deutsche Wetterdienst die inverse Treibhausgas-Modellierung für Deutschland entwickeln und in den operationellen Betrieb überführen.

Wie wichtig reale Messungen sind, zeigten die Lecks von Nordstream 1 und 2, aus denen große Mengen von Methan (CH₄) in die Atmosphäre gelangten. Treibhausgase sind nicht sichtbar, werden aber unter anderem von Messstationen des Integrated Carbon Observation System (ICOS) am Boden und von Satelliten aus erfasst. Mithilfe des auf dem DWD-Wettervorhersagesystems ICON aufbauenden atmosphärischen Transportmodells ICON-ART konnte der DWD die Abluftfahne über Nordeuropa unmittelbar nachverfolgen.

01

Mit ICON-Art modellierte Abluftfahne des Methans aus den Nordstream-Lecks. Auch solche Methanwolken können mit dem ITMS detektiert werden.

Satellitendaten sind ein bedeutender Baustein

Zu den wichtigsten Fortschritten des ITMS gehört die Verbesserung des Datenflusses von den verschiedenen Beobachtungssystemen, die Messungen am Boden, von Flugzeugen und von Satelliten umfassen. Hierbei werden insbesondere die neuen Satellitendaten wichtige Beiträge leisten. Hochaufgelöste Satellitenmessungen der atmosphärischen Konzentration erlauben es, die Emissionsstärke von lokalen CO₂- und CH₄-Quellen vom Weltall aus zu quantifizieren. Über Simulationsmodelle im Zusammenspiel mit Schätzungen zu Emissionen aus Verkehr und Industrie wird es zukünftig möglich sein, zwischen Emissionen aus fossilen Quellen, der Land- und Forstwirtschaft sowie natürlichen Quellen wie Feuchtgebieten zu unterscheiden.

Radiosonden im Vergleich

Vom 16. August 2022 bis 13. September 2022 fand am Meteorologischen Observatorium Lindenberg/Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO) des DWD im Auftrag der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) die Radiosondierungen der internationalen Vergleichskampagne „Upper-Air Instrument Intercomparison 2022“ (UAI2022) für Radiosonden statt. Kolleg:innen des MOL-RAO sowie des Schweizer Observatoriums in Payerne hatten die Kampagne über mehrere Jahre vorbereitet. Ziel war ein unabhängiger Vergleich von kommerziell verfügbaren Radiosondensystemen, die im globalen operationellen Beobachtungsnetz zum Einsatz kommen. Dies hilft nationalen Wetterdiensten zu entscheiden, welche Systeme ihre Anforderungen erfüllen. Andererseits gibt es den Herstellern Anreize, um die Qualität und Kosteneffizienz ihrer Systeme zu verbessern.

Die Kampagne bestand aus einer in-situ- und einer Labor-Messkampagne, an der insgesamt zehn Hersteller von Radiosonden mit ihren Instrumenten teilnahmen. Eine Woche vor dem Start der Kampagne bauten die Produzenten ihre Gespanne auf und schulten eigens von der WMO bestellte Operatoren in die Handhabung. Danach mussten die Hersteller das Observatorium verlassen. Aufgabe der Operatoren war es, die Radiosonden vorzubereiten, eine unabhängige und ehrliche Datenerfassung durchzuführen und die Nutzerfreundlichkeit der Systeme zu bewerten.

01

Die Hersteller trainieren die Operatoren in der Ballonhalle in Lindenberg

02

Kurz vor dem Start eines Radiosondengespans



01



02

**oben**

Felsenkessel im Nationalpark
Pyrenäen, aufgenommen bei Cirque
de Gavarnie (Frankreich)

Während der in-situ-Kampagne wurden 40 Tag- und 40 Nachtaufstiege durchgeführt. Gestartet wurde um 10 Uhr, 15 Uhr, 21 Uhr und 1 Uhr (jeweils Ortszeit). Diese wurden unabhängig von den vier Routine-Radiosondenaufstiegen durchgeführt, die täglich in Lindenberg stattfinden. Pro Starttermin stiegen jeweils bis zu zehn Radiosonden an einem Gespann in die Atmosphäre. Nach erfolgter Sondierung wurden die gewonnenen Atmosphärenprofile an das Datenmanagement-Team zur ersten Analyse übergeben.

Die Laborkampagne fand zwischen Februar 2022 und Januar 2023 in sieben zweiwöchigen Abschnitten vor und nach der in-Situ Kampagne statt. Hierbei wurde die Güte der Messungen unter Laborbedingungen getestet. Dies dient einerseits dazu, die in-situ Ergebnisse zu interpretieren. Gleichzeitig gibt dies auch den Herstellern zusätzliche Ansätze zur Verbesserung oder Optimierung der Messsensoren und Korrekturalgorithmen.

Weiterer Ablauf, wichtigste Erkenntnisse

Der abschließende WMO-Bericht enthielt Informationen unter anderem zur Qualität der Schulungsunterlagen, zur Bedienbarkeit der Software und zur Qualität der Auswertesoftware. Der Schwerpunkt der Auswertung und auch des WMO-Berichts lag jedoch auf der Bewertung der einzelnen Sondensysteme. Dabei wurden für jeden Aufstieg die Messfehler sowie die Unsicherheiten durch Abgleich bestimmt und die statistische Analyse dieses Datensatzes wurde hinsichtlich eines vorab definierten Kriterienkatalogs interpretiert und dargestellt. Auf diese Weise wird jedes Radiosondensystem bewertet, ob es die Anforderungen für einzelne Anwendungsbereiche wie Flugwetter, numerische Wettervorhersage oder Klimaforschung erfüllt.

Driftbojen, die Zweite

rechts

Mohnblume in Rapsfeld, aufgenommen bei Frankfurt



01

Die wieder aufbereitete Driftboje wird von Bord der DAGMAR AAEN ausgelegt.

Driftbojen werden im Allgemeinen bei der Meeresforschung eingesetzt, um Daten wie beispielsweise Wassertemperaturen, insbesondere Meeresoberflächentemperatur, Salzgehalt oder Wetterdaten wie Luftdruck und Lufttemperatur zu ermitteln. Heutige Driftbojen übermitteln die gewonnenen Daten per Satellit.

Größe und Bauform der Driftbojen sind unterschiedlich und abhängig von Einsatzzweck und Einsatzgebiet. So besitzen Driftbojen, die möglichst genau einer Meeresströmung folgen sollen, einen Treibanker, um die verfälschenden Wind- und Welleneinflüsse zu minimieren. Moderne Driftbojen können auch über Empfänger für Global Navigation Satellite Systems (GNSS, GPS oder Galileo) verfügen. Damit ist eine sehr genaue Verknüpfung der ermittelten Messdaten der Boje mit ihrer jeweiligen Position möglich. Erfolgt die Aussetzung einer Driftboje in befahrenen Gewässern, so können die Messdaten auch für Warnungen an die Schifffahrt genutzt werden.

Der DWD, vertreten durch die Maritime Messnetzgruppe, unterstützt das Netzwerk der europäischen Wetterdienste, EUMETNET, beim Einsatz von Driftbojen in Gebieten, in denen nur wenige Messdaten zur Verfügung stehen. Dazu gehören unter anderem das arktische Meer, Grönlandsee, Barentssee oder Europäisches Nordmeer. Diese Daten sind wichtig für die Wettervorhersage und werden ebenfalls für die Erforschung des Klimawandels genutzt.

Auch die Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen wird dabei von der Maritimen Messnetzgruppe des DWD gesucht. So wurde im September 2022 eine von EUMETNET bereit gestellte Driftboje durch den Polarforscher Arved Fuchs von Bord seines Expeditions-Segelschiffes DAGMAR AAEN zwischen Island und den Färöer-Inseln ausgesetzt.

Das Besondere an dieser Boje war, dass Arved Fuchs diese Boje bereits ein Jahr zuvor vor der Ostküste Grönlands ausgelegt hatte. Die Boje driftete seinerzeit den Meeresströmungen folgend nach Süden und trieb dann in einem Bogen erst östlich und dann nördlich in Richtung Island, wo sie nach Verlust des Treibankers an der Südküste Islands, nördlich der Insel Vestmannaeyjabær, strandete. Die Boje wurde geborgen und dem DWD zur Überholung zur Verfügung gestellt. Danach fand sie wieder den Weg auf das Forschungsschiff DAGMAR AAEN. Es gab bisher keinen vergleichbaren Fall, bei dem eine Boje von demselben Schiff ausgelegt, geborgen, und nochmals ausgelegt wurde. Diese Erfolgsstory hat im internationalen Umfeld deshalb für großes Interesse gesorgt.





Grenzen überwinden, interdisziplinär zusammenarbeiten

Gemeinsam mit der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft (DMG), dem Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung (HErZ) und der Universität Bonn fungierte der DWD vom 5. bis 9. September 2022 als Gastgeber für das Annual Meeting der European Meteorological Society (EMS) in Bonn. Nahezu 800 Teilnehmende registrierten sich für die Tagung – erstmals nach 2019 wieder in Präsenz.

Die Zusammenkunft bot ein umfangreiches und breit gefächertes Programm und stand unter dem Motto „Connecting communities to deliver seamless weather and climate science and services“. Zentrales Thema der Konferenz: Wie schaffen es Meteorologie und Klimatologie noch besser, ihre Forschungsergebnisse wirksamer in die Gesellschaft zu tragen, mehr Sensibilität und Konsens beim Thema Klimawandel zu wecken. Immer wieder wurde betont, welche wichtige Rolle die interdisziplinäre Zusammenarbeit, das Überwinden von Grenzen auf nationaler und internationaler Ebene, aber auch zwischen Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Forschung spielt, um dieser enorm großen Herausforderung des Klimawandels zu begegnen.

oben

Wetter von seiner ruhigen (fast trügerisch harmlosen) Seite: Ein paar Cumuli am Himmel, ein bisschen Nebel im Tal. Dabei sind in der Nacht mehrere Gewitterzellen mit Hagelkörnern um 5 cm durchgezogen, aufgenommen im Néouvielle-Naturpark (französische Zentralpyrenäen).

Der Deutsche Wetterdienst nutzte die Gelegenheit, um insbesondere die Forschungsergebnisse aus der Zusammenarbeit zwischen den Universitäten, Forschungszentren und dem DWD im Rahmen des Hans-Ertel-Zentrums in das Rampenlicht zu rücken. Das HErZ hat sich über seine zwölfjährige Förderung als ein fester Bestandteil der internationalen Wetter- und Klima-Forschungslandschaft etabliert und lebt das Motto „Connecting communities“ in der Forschung wie in der Lehre.

Workshops, Exkursionen, Posterpräsentationen, Fachvorträge oder Podiumsdiskussionen gehörten zu den vertrauten Formaten. Mit dem „Café Météorologique“ wurde ein neues Format eingeführt. So fanden beispielsweise in elf Cafés und Museen in Bonn während des Kongresses Vorträge statt, in denen Wetter- und Klimathemen leicht verständlich einem „Laienpublikum“ erläutert und erklärt wurden.

Den Auftakt zur EMS 2022 machte eine Pressekonferenz, an der Prof. Dr. Gerhard Adrian (DWD- und WMO-Präsident), Prof. Dr. Clemens Simmer (DMG-Präsident), Prof. Dr. Celeste Saulo (Vizepräsidentin WMO und ab 1. Januar 2024 neue Generalsekretärin der WMO) und Bert Holtslag (EMS-Präsident) teilnahmen. In ihren jeweiligen Statements unterstrichen sie die Bedeutung der Zusammenarbeit verschiedener Wissenschaftsdisziplinen. Die Zunahme von Wetterereignissen mit großen sozioökonomischen Gefahren wie Starkregen, Sturmfluten, extreme Hitze und Dürre bedeute für die Meteorologie, dass ihre Erkenntnisse, Produkte und Dienstleistungen mehr denn je gebraucht werden.

Und zu guter Letzt: Im Sinne der Nachhaltigkeit fuhren mehrere DWD-Kolleg:innen von Offenbach aus die gut 200 Kilometer nach Bonn mit dem Fahrrad.

Alle Informationen zur EMS 2022 sind unter www.ems2022.eu aufrufbar.

Weitere Information zu HERZ sind unter www.hans-ertel-zentrum.de/ zu finden.

01

Auftaktpressekonferenz zur EMS



01

02

Auftaktveranstaltung zur EMS an der Universität Bonn



02

Hochleistungsrechner: Nächste Ausbaustufe installiert

Im Jahr 2022 erfolgte ein weiterer Ausbau des DWD High Performance Computers (HPC) NEC SX-Aurora TSUBASA. Im Zuge dieser sogenannten Phase 2a wurde mit identischer Technologie eine Leistungssteigerung gegenüber der vorherigen Ausbaustufe Phase 1 von gut 36 Prozent erzielt, gemessen mit den Modellen der numerischen Wettervorhersage.

Die Installation dieser Ausbaustufe erfolgte im laufenden Betrieb und konnte, da die Infrastruktur bereits mit der ursprünglichen HPC-Installation entsprechend vorbereitet worden war, ohne größere Unterbrechungen an den beiden Standorten Offenbach und Ludwigshafen realisiert werden. Die Demonstration der Betriebsbereitschaft und damit die Übernahme des Systems in den produktiven Betrieb erfolgten im August 2022.

Mit einer Spitzenleistung von 8,41 PFLOPS (= Billionen Gleitkommaberechnungen pro Sekunde) landete das Ludwigshafener System auf Platz 89 der im November 2022 veröffentlichten TOP500-Liste der weltweit schnellsten Supercomputer. Das etwas kleinere Offenbacher System rangiert hier mit 6,54 PFLOPS auf Platz 114.

Aufgrund der direkten Warmwasserkühlung mit einer Vorlauftemperatur von 35°C, die an den meisten Tagen eine sogenannte „freie Kühlung“ ohne Zufuhr zusätzlicher Kälteenergie erlaubt, sind die Systeme besonders energieeffizient. Dies spiegelt sich auch in ihrer guten Platzierung auf der zeitgleich veröffentlichten Green500-Liste wider, auf der sie die Plätze 69 beziehungsweise 71 belegen.

Für 2023 ist ein weiterer Ausbau der Systeme mit der nächsten Generation der Vektorprozessoren von NEC geplant. Hier soll ein erneuter Leistungszuwachs von rund 47 Prozent und damit insgesamt eine Verdoppelung der Rechenleistung gegenüber der Phase 1 erreicht werden.

rechts

Der Hochleistungsrechner
des DWD



Beitrag des DWD zur Stärkung der Resilienz unserer Gesellschaft

Das Thema Sozioökonomie gewinnt für die Arbeit des DWD zunehmend an Bedeutung. Denn es stärkt die Wechselwirkung von Wetter- und Klimadienstleistungen mit der Gesellschaft. Die Verwundbarkeit unserer Gesellschaft ist durch vermehrte schadensträchtige Extremereignisse auch in Deutschland offensichtlicher geworden. Die Folgen des Klimawandels gefährden zunehmend Menschen, deren Existenzgrundlage sowie die sozioökonomischen und kulturellen Vermögenswerte Deutschlands. Die Steigerung gesamtgesellschaftlicher Resilienz ist folglich eine zentrale Zukunftsaufgabe der Politik.

Dazu gehört ein strategisch ausgerichtetes Katastrophenmanagement unter Einbeziehung von wirkungsorientierten Wetter- und Klimaservices. Sozioökonomische Methoden und Erkenntnisse unterstützen den DWD im Rahmen seiner gesetzlichen Aufgaben, Strategien zur Eingrenzung und Bewältigung des Klimawandels aufzuzeigen, wie auch den Schutz der Bevölkerung und kritischer Infrastruktursysteme zu optimieren.

Wie kann die Sozioökonomie helfen?

Sozioökonomische Methoden und Erkenntnisse fließen schon heute in den Beratungs- und Produktionsbetrieb des DWD ein. Seit über zehn Jahren wächst der Stellenwert einer interdisziplinären Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Sozioökonomie stetig an; gleichlaufend zu den nationalen und internationalen Entwicklungen. Aus der Kognitions- und Verhaltenspsychologie weiß man beispielsweise, wie Informationen kommuniziert werden müssen, damit Menschen zum Handeln bewegt werden. Berücksichtigt man dies im Umgang mit Risiken, so kann dies die Wirksamkeit von Wetter- und Klimaservices erhöhen.

Sozioökonomische Handlungsfelder im DWD

Wo sozioökonomische Methoden konkret in der Arbeit des DWD eingesetzt werden sollten und vielfach schon eingesetzt werden, wurde interdisziplinär auf der DWD-Klimatagung 2022 mit dem Schwerpunkt Sozioökonomie diskutiert. Drei sozioökonomische Handlungsfelder stehen im Fokus:

Im Handlungsfeld Impacts und Risiken gilt es, gemeinsam mit den Nutzenden, Leistungen und Produkte zur Einordnung und Bewertung der Folgen von Wetter- und Klimaereignissen zu erarbeiten. Ziel ist ein besseres Verständnis für die Wirkzusammenhänge, so dass Nutzende beispielsweise aus der Politik, Bevölkerung und den Katastrophendiensten relevante Handlungsoptionen und Anpassungsmaßnahmen eigenständig ableiten können.

Das Handlungsfeld effektive Kommunikation verfolgt das Ziel, Vorhersagen, Warnungen und Klimainformationen für und mit den jeweiligen Nutzergruppen so zu entwickeln, dass sie zu vorteilhaften Entscheidungen und Verhaltensänderungen führen. Wichtiger Bestandteil dabei ist die Evaluation der Kommunikationsstrategie ex post: Wurden die Warnungen gehört, wurden sie verstanden und haben die Nutzenden sich tatsächlich so verhalten, wie erwartet?

Die Wirkung seiner Leistungen und Produkte wird im Handlungsfeld gesellschaftlicher Nutzen des DWD betrachtet. Dabei gilt es, den gesellschaftlichen Nutzen an quantitativen wie auch qualitativen Indikatoren zu messen und beispielsweise sinnvoll erfolgte Verhaltensänderungen als Maß in die Bewertungen miteinzubeziehen.

Zusammengenommen erlauben diese drei Handlungsfelder, die Wechselwirkungen des DWD mit der Gesellschaft umfassend abzubilden und die Wirkung von Wetter- und Klimadienstleistungen am tatsächlichen gesellschaftlichen Nutzen zu optimieren.



Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

Die WMO stellte bereits in 2022 die Zeichen auf den Kongress 2023. Die Sitzung des Exekutivrates (EC) im Juni 2022 wäre in der Regel die letzte vor dem Kongress 2023 gewesen. Aufgrund der vielen offenen Punkte, die noch bis zum Kongress anstanden, wurde entschieden, einen weiteren Exekutivrat Ende Februar 2023 abzuhalten. Auch wurde eine neue Gruppe zum Thema Training und Weiterbildung namens CONECT ins Leben gerufen. Diese berichtet zum Capacity Development Panel und soll vor allem bereits aktive Trainingszentren und Initiativen zusammenbringen. Die Gruppe ist für alle Mitglieder offen. Für den Kongress musste auch der strategische Plan der WMO für 2024 bis 2027 vorbereitet werden. Dazu werden der jetzige Plan, die Prioritäten der Regionen und die sogenannten Fokusbereiche aktualisiert.

Die WMO startet zwei neue Initiativen. Die „Early Warnings For All“ Initiative wurde im März vom UN-Generalsekretär angekündigt und wird von der WMO für die teilnehmenden UN-Organisationen koordiniert. Es wurde entschieden, dass die WMO-Kommission für Services die Entwicklung eines Implementierungsplans leitet. Bei der Weltklimakonferenz COP-27 im November 2022 stellte der Generalsekretär der WMO bereits den Executive Action Plan vor. Die zweite Initiative nennt sich „Green House Gas Watch“ und soll die verschiedenen existierenden regionalen Initiativen koordinieren. Ziel ist es, Daten zu den Treibhausgasflüssen regelmäßig in einer guten Auflösung global zur Verfügung zu stellen.

Am Rande des EC wurde das zweite Open Consultative Platform White Paper on the Future of National Meteorological or Hydrological Services veröffentlicht. Dieses ist unter der Federführung des WMO- und DWD-Präsidenten Prof. Dr. Gerhard Adrian entstanden.

Im Oktober 2022 fanden die Sitzungen der beiden technischen Kommissionen für Services und Infrastruktur statt. Hier wurden vor allem globale Standards, Anforderungen und deren mögliche Umsetzung diskutiert, die dann ebenfalls vom Kongress im nächsten Jahr abgenommen werden. Der Implementierungsplan für WIS 2.0, das der Nachfolger für das WMO Information System sein wird und auf längere Sicht das Global Telecommunication System (GTS) ersetzen soll, wurde mit großem Interesse diskutiert.

Der Implementierungsplan für die Pilotphase des GCOS Surface Reference Network (GSRN) wurde angenommen. Der chinesische Wetterdienst CMA wird dabei das Lead Centre betreiben. Das Global Data Processing and Forecasting System (GDPFS) wurde in WMO Integrated Processing and Prediction System (WIPPS) umbenannt und das CAP-Format (common alerting protocol) wurde als der Standard zum Teilen von Warnungen festgelegt.

links

Sommerabend an
der Elbe

Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersagen (EZMW)



01

Im September 2022 bestand der Standort Bonn des EZMW seit einem Jahr. In der Zwischenzeit arbeiten über 100 Beschäftigte in Bonn.

Das sogenannte Sitzabkommen, das den rechtlichen Status des EZMW im Gastland Deutschland regelt, wurde am 9. Dezember auf Staatssekretärsebene vom Auswärtigen Amt (AA) sowie dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) auf deutscher Seite und der Generaldirektorin des EZMW in Berlin unterzeichnet. Für die innerdeutsche Inkraftsetzung bedarf es noch der Zustimmung des Bundesrates und der Veröffentlichung im Bundesgesetzblatt. Beides ist für die erste Jahreshälfte 2023 geplant.

Das Netzwerk der benachbarten Universitäten, das Center for Earth System Observation and Computational Analysis (CESOC) und das EZMW wollen künftig sehr eng zusammenarbeiten – Stichworte sind gemeinsame Projekte der Spitzenforschung, gemeinsame Wege in der Aus- und Weiterbildung sowie die Veröffentlichung gemeinsamer Forschungsergebnisse. Zu diesem Zweck wurde im Oktober 2022 ein formelles Memorandum of Understanding (MoU) abgeschlossen.



02

01
Dr. Axel Andersson (l. v. l.) zeigt den Gästen Originale Schiffstagebücher.

02
Gruppenbild der Teilnehmenden des bilateralen Gesprächs des DWD-Vorstandes mit dem Direktorium des EZMW im Seewetteramt in Hamburg

Das EZMW hat Anfang Dezember in Bonn das Kick-off-Meeting von „WarmWorld“ ausgerichtet. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt untersucht die skalierbare Entwicklung und Anwendung von Klimainformationssystemen. Geleitet wird das Projekt vom Max-Planck-Institut für Meteorologie, dem Deutschen Klimarechenzentrum und dem Alfred-Wegener-Institut. Es bringt Partner der Max-Planck-Gesellschaft, der Helmholtz-Gemeinschaft sowie des DWD und des EZMW zusammen.

Am 15. und 16. November trafen sich der Vorstand des DWD und das Direktorium des EZMW im Seewetteramt in Hamburg zum jährlichen Austausch. Inhalt der bilateralen Gespräche waren neben einem Überblick über die Aktivitäten beider Organisationen in den vergangenen zwölf Monaten vor allem eine weitere Intensivierung der Zusammenarbeit.

Weitere Meilensteine 2022:

Im März organisierte die Europäische Kommission zusammen mit EZMW, ESA und EUMETSAT eine öffentliche Online-Veranstaltung zum Start der Initiative „Destination Earth“ (DestinE). Das DestinE-Team des EZMW wird von Bonn aus und in Zusammenarbeit mit den Partneereinrichtungen ESA und EUMETSAT, aber auch anderen Institutionen in ganz Europa, ein mehrstufiges Partnerschaftsprogramm entwickeln.

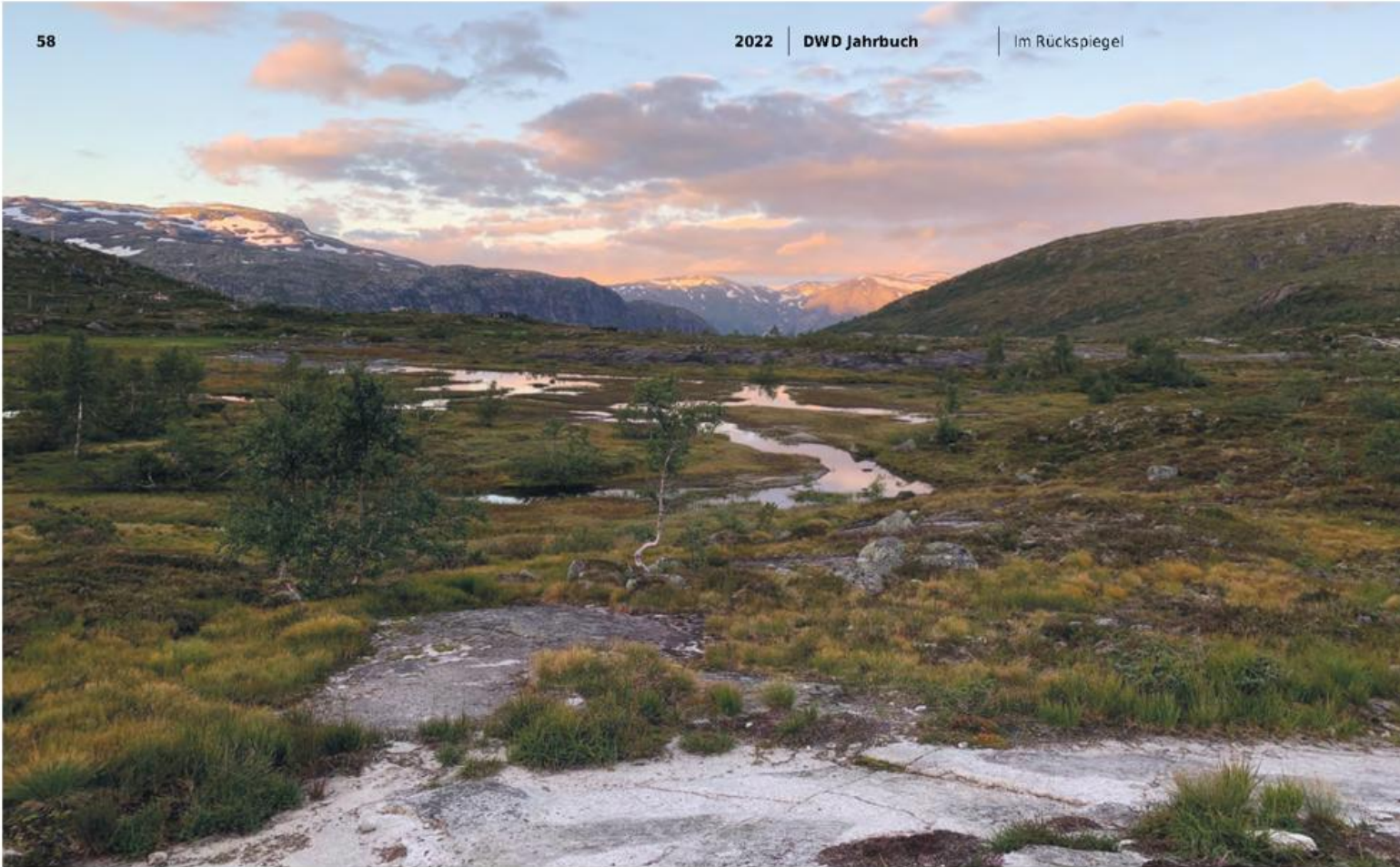
Der neue Supercomputer des EZMW in Bologna ging in den operationellen Betrieb. Die finale Übergabe des Rechenzentrums erfolgte am 29. April 2022 und der Wechsel des operativen Vorhersagesystems nach Bologna fand am 18. Oktober 2022 erfolgreich statt.

Das EZMW hat als eine der ersten Organisationen im Jahr 1992 Ensemble-Berechnungen eingeführt und so entscheidend zur Verbesserung der Wettervorhersage beigetragen. 2022 konnte das EZMW auf 30 Jahre Ensemble-Vorhersagen zurückblicken.

unten

Das Observatorium Hohenpeißenberg mit einer umschließenden, bis zum Gipfel reichenden Nebelfläche





Europäische Union (EU)

oben

Wanderung zur berühmten „Trolltunga“, aufgenommen bei Tyssedal (Norwegen)

Ende 2022 wurde die Festlegung von sogenannten High Value Data Sets, oder Hochwertige Datensätze, auch in der thematischen Kategorie „Meteorologie“, getroffen. Als Anhang zur EU-Richtlinie 2019/1024 vom 20. Juni 2019 über offene Daten und die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors definiert sie nun die Modalitäten für die Weiterverwendung hochwertiger Datensätze, insbesondere die Mindestanforderungen an die Verbreitung von Daten der Meteorologie und Klimatologie über Schnittstellen in der Anwendungsprogrammierung (APIs). DWD-Expert:innen hatten in den vergangenen Jahren damit verbundene Studien kommentiert und sich konsequent für eine weitestgehende Öffnung des Datenschatzes der Meteorologie ausgesprochen.

Im Rahmen des EU-Programms Copernicus liefert der DWD weiter signifikante Beiträge zu den Diensten Überwachung des Klimawandels, Überwachung der Atmosphäre sowie im Bereich der Hochwasserfrühwarnung zu Katastrophen- und Krisenmanagement.

Der DWD ist an der neuen EU-Initiative „Destination Earth“ im Rahmen des Climate Adaptation Twin beteiligt. Gemeinsam mit seinen Partnern dient das Wettervorhersagesystem des DWD, ICON, als Grundlage für einen digitalen Zwilling der Atmosphäre, mit dessen Hilfe die Auswirkungen von Klimawandel untersucht werden sollen.

Gleichzeitig arbeitet der DWD mit Partnern aus Italien und der Schweiz an einer regional hochaufgelösten Struktur für Klimamodelle, für die auch eine neuartige Rechnerarchitektur benötigt wird. Dabei besteht eine enge Zusammenarbeit zur EU-Initiative „Destination Earth“.

EUMETSAT/ESA

Für EUMETSAT endete das Jahr 2022 mit einem Neubeginn: Der erfolgreiche Start des Satelliten MTG-I1 (Meteosat Third Generation – Imager 1) markierte den Anfang der Inbetriebnahme der neuen Generation von weltraumgestützter Infrastruktur für die Meteorologie und Klimatologie im geostationären Orbit. Der DWD verarbeitet in seinem Wettervorhersagesystem täglich rund fünf Millionen Beobachtungen, von denen etwa 85 Prozent von Satelliten stammen. MTG wird einen etwa 50-fach im Volumen höheren Datenstrom gegenüber der Vorläufermission der zweiten Generation liefern.

Ausblick auf Satellitenstarts in „näherer“ Zukunft

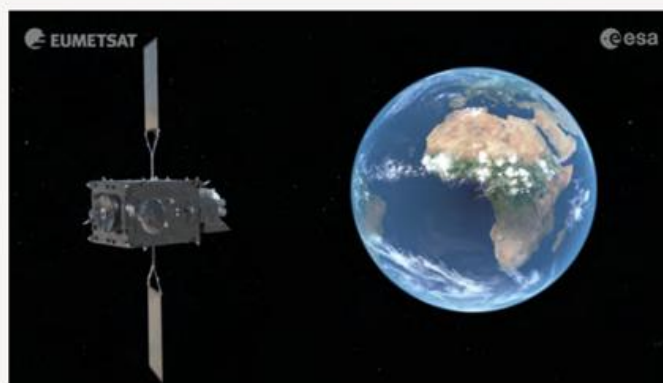
Programme	Voraussichtlicher Satellitenstart
MTG (Meteosat Third Generation)	MTG-I1: erfolgreicher Start am 14. Dezember 2022
	MTG-S1: Q1 2024
EPS-SG (EUMETSAT-Polar System Second Generation)	Metop-SG A1: Q1 2024
	Metop-SG B1: Q1 2025

Der ESA-Ministerrat stimmte im November 2022 zu, 400 Millionen Euro in die Entwicklung des Programms EPS-Aeolus zu investieren. Dies soll die operationelle Weiterführung einer Doppler-Wind-Lidar-Mission zur globalen Erfassung von Windprofilen sicherstellen, deren experimentelle Erprobung im Jahr 1999 durch die ESA Earth-Explorer-Mission Aeolus auf den Weg gebracht wurde.

Der Ankauf von kommerziellen Radio-OKkultations-Daten erreichte das Ende der Pilotphase, in der durch kontinuierliche Diskussion zwischen EUMETSAT und NOAA das Prinzip des weltweiten Datenaustauschs bewahrt werden konnte. Die Daten wurden ausführlichen Qualitätsstudien unterworfen und der Nutzen wurde durch Modellvorhersageexperimente bestätigt. Damit ist aus DWD-Sicht der Weg frei für eine zukünftige kommerzielle Beschaffung von Satellitendaten dieses Typs durch EUMETSAT.

01

Diese grafische Animation zeigt das Scannen der Erde vom Weltall aus durch den neuen Satelliten MTG.



Entwicklungszusammenarbeit im DWD

Der DWD unterstützt als sogenannter Peer Advisor die WMO-Initiative SOFF (Systematic Observations Financing Facility). Hintergrund ist die Erfüllung der von der WMO im Rahmen von GBON (Global Basic Observing Network) beschlossenen Anforderungen für bodengebundene Beobachtungsstationen sowie für Radiosondenstationen weltweit. Es geht bei SOFF darum, nachhaltig technische und finanzielle Unterstützung bei der Errichtung von meteorologischer Beobachtungsinfrastruktur in Entwicklungsländern zu leisten. Eine wichtige Stütze bei der Umsetzung von SOFF sind die Peer Advisor.

Peer Advisor sind nationale Wetterdienste in Industrieländern, die als Berater für die technische Unterstützung von SOFF in dem jeweiligen Entwicklungsland fungieren. Sie haben umfangreiche Expertise in den für SOFF relevanten Beratungsbereichen und eine Erfolgsbilanz bei der Partnerschaft und Unterstützung anderer nationaler Wetterdienste. Ein bedeutender Meilenstein bei den vorbereitenden Arbeiten war ein Workshop im Herbst in Wien, der in einem hybriden Format abgehalten wurde und 84 Teilnehmer aus 35 Organisationen zusammenbrachte, darunter alle acht SOFF-Durchführungsstellen und 24 der 26 SOFF-Peer-Berater.

Als ersten Partner wird der DWD ab April 2023 den nationalen Wetterdienst Madagaskars, die Direction Générale de la Météorologie (DGM), beratend unterstützen. Die Zusammenarbeit DWD-DGM fand bereits vor Jahren ihre Anfänge in einer erfolgreichen Kooperation im Rahmen eines agrarmeteorologischen Projektes zusammen mit der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Gäste aus Zentralamerika besuchten den DWD, um sich über die Dienstleistungen im Bereich Warnmanagement und Klimarisikoversorge gegen Starkregen und Hitze in Städten zu informieren. Begleitet wurden sie dabei von Vertreter:innen der GIZ.

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 Nachhaltigkeit“ (FONA). Das Kick-off Meeting zu CO-HYDIM-SA fand im Februar 2022 statt und hatte als übergeordnetes Ziel unter anderem die gemeinsame Erörterung aller relevanten Schritte, die zur erfolgreichen Einreichung des Vorschlags für die erste Hauptphase des WASA-Programms führen sollen.

Netzwerk der europäischen Wetterdienste (EUMETNET)



oben

Gruppenbild der Teilnehmenden der EUMETNET- und ECOMET-Generalversammlungen in Karlsruhe

EUMETNET ist seit 2009 eine wirtschaftliche Interessenvereinigung belgischen Rechts. Da diese Rechtsform in Belgien durch eine Reform des Gesellschaftsrechts abgeschafft wurde, müssen bis Ende 2023 alle vor diesem Datum bestehenden, wirtschaftlichen Interessenvereinigungen, wie auch EUMETNET, in eine neue Rechtsform überführt werden. In 2022 erarbeiteten Vertreter der EUMETNET-Mitglieder, darunter auch der DWD, einen neuen Gesellschaftervertrag auf der Basis der neuen Rechtsform einer General Partnership (Société en Nom Collectif, SNC), der ab 2024 in Kraft treten soll.

Erstmals seit Beginn der Corona-Pandemie tagte die EUMETNET-Generalversammlung im Mai 2022 wieder in Präsenz. Der DWD hatte dazu eingeladen, dabei wurden wichtige Weichen gestellt:

- die Vorbereitung der neuen EUMETNET-Programmphase 2024–2028
- die Integration von datenpolitischen Aufgaben aus der bisherigen wirtschaftlichen Interessenvereinigung ECOMET in EUMETNET
- die Bewerbung eines Konsortiums aus einzelnen europäischen Wetterdiensten und EUMETNET auf eine EU-Ausschreibung zur kostenfreien Bereitstellung hochwertiger meteorologischer Datensätze, um die Open-Data-Direktive der Europäischen Union zu erfüllen

Bilaterale Zusammenarbeit



01



02

01
Dr. Peter Binder (2. v.l.), Direktor Meteo-Schweiz, bedankte sich für die gute Zusammenarbeit bei der Durchführung der WMO-Radiosondenvergleichskampagne.

02
DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian (4. v.r.) empfing die Leitung von MeteoSchweiz zu einem bilateralen Direktorentreffen in Lindenberg.

Der DWD pflegt eine enge Zusammenarbeit mit europäischen Wetterdiensten und nutzt regelmäßige Koordinierungsgespräche, um sich zu neuen Entwicklungen in den jeweiligen Diensten sowie über strategisch-politische Ansichten zur Arbeit in internationalen Organisationen auszutauschen.

Vor allem der Austausch mit den beiden großen europäischen Wetterdiensten Météo-France und UK Met Office sowie die jährlichen trilateralen DACH-Direktorentreffen mit MeteoSchweiz und ZAMG/Geosphere Austria (Österreich) haben für den DWD eine große Bedeutung. In diesen Gesprächen werden neben strategischen Fragen zu den internationalen Organisationen WMO, EZMW, EUMETSAT und EUMETNET auch EU-Projekte wie „Destination Earth“ oder Projekte des Digital Europe Programmes (DEP) zur kostenfreien Bereitstellung von hochwertigen Datensätzen diskutiert. Weitere Themen dieser Koordinierungsgespräche beziehen sich aktuell auf die Nutzungsmöglichkeiten moderner Technologien und Datentypen wie Cloud-Dienste von privaten Dienstleistern und der Cloud-Infrastruktur European Weather Cloud sowie der Nutzung von künstlicher Intelligenz und Crowdsourcing in den Entwicklungs- und Betriebsprozessen der Wetterdienste.

Gemeinsame Aufgaben in Zusammenarbeit mit MeteoSchweiz finden häufig ihren Anfang in den regelmäßig stattfindenden bilateralen Direktorentreffen. Das Direktorentreffen in 2022 fand im Rahmen der operativen Phase der WMO-Radiosondenvergleichskampagne am Meteorologischen Observatorium Lindenberg/Richard-Aßmann-Observatorium (MOL-RAO) in Lindenberg statt, da beide Dienste diese WMO-Kampagne gemeinsam ausrichteten. Während dieses Treffens unterstrich man erneut das gegenseitige Interesse an einer Fortsetzung der engen Zusammenarbeit in der numerischen Wettervorhersage und der Modernisierung der Warnsysteme. Weitere Treffen auf Direktorebene fanden erstmalig seit Beginn der Pandemie wieder mit den Wetterdiensten KNMI, Niederlande, und CHMI, Tschechische Republik, statt.

Internationale Personalpolitik

Im Rahmen des DWD-internen Programms „In die Welt für DWD-Know-how“ konnten trotz der Pandemie acht Aufenthalte bei verschiedenen Wetterdiensten, Universitäten und internationalen Organisationen, wie beispielsweise beim UK Met Office, EZMW, ETH Zürich, sowie den Universitäten Lund (Schweden), Wageningen (Niederlande) und Virginia (USA) realisiert werden. Das Programm verfolgt das Ziel, motivierte und qualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mittels temporären Engagements von einigen Wochen im internationalen Umfeld hospitieren zu lassen, da internationale Zusammenarbeit ein unverzichtbarer Bestandteil des Aufgabenspektrums des DWD darstellt.

Darüber hinaus wurden annähernd 20 Beschäftigte des DWD zeitweilig zur WMO in unterschiedlichen Bereichen sowie zu EUMETSAT entsandt.

unten
Vergessener Rastplatz
im Spessart



An Bord der Fregatte BAYERN



01



02

01
Die Fregatte F 217 BAYERN

02
Die Studierenden der Bundeswehr auf der Fregatte BAYERN (v.l.): Gerald Schmied (Betreuer), Johanna Stöhr, Niklas Leßmann, Yannick Seeliger, Hardy Werner (HS 40)

Der Fachbereich Wetterdienst an der Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung besteht aus Angehörigen des Deutschen Wetterdienstes und des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr. Beide Dienste wählen je nach Bedarf Bewerber:innen für den Vorbereitungsdienst der Laufbahn des gehobenen Wetterdienstes aus, der mit dem dreijährigen Diplom-Studium am Fachbereich absolviert wird.

Während des Studiums sind auch zwei Praktikumswochen für Auslandsaufenthalte vorgesehen. Dabei hatten vier Studierende der Bundeswehr die Möglichkeit, ein zweiwöchiges Praktikum an Bord der Bundeswehr-Fregatte BAYERN zu absolvieren, die zu dieser Zeit von Wilhelmshaven aus in See stach. Während dieser beiden Wochen im Mai 2022 wurden Erfahrungen in der Wetterbeobachtung und -beratung auf See gewonnen. Zudem gestalteten sich die Bedingungen für die Studierenden schwieriger als auf dem Festland: Für die Wettervorhersage auf See stehen deutlich weniger Daten zur Verfügung.

Um die Beobachtungs- und Beratertätigkeit anforderungsgerecht zu gestalten, müssen auch Kenntnisse in der militärischen Operationsführung gewonnen werden. Daher wurden im Vorfeld Schulungen unter anderem im Bereich Radiogeophysik durchgeführt, so zum Beispiel Berechnungsmethoden zur Ausbreitung von Radarwellen bei unterschiedlichen Wetterbedingungen.

Während des Aufenthaltes der vier Studierenden an Bord wurde auch eine sogenannte Individual Ship Exercise (ISEX) durchgeführt. Der Fokus bei einer solchen Übung liegt auf dem Training der eigenen Besatzung, um grundlegende Fertigkeiten für den Ernstfall zu erlernen oder zu festigen, beispielsweise im Rahmen des Manövers „Mann über Bord“. Dabei sind stets die gesamte Besatzung und das eingeschiffte Personal eingebunden.

In den zwei Wochen Seefahrt starteten und landeten mehrfach Hubschrauber. Dazu wurden Anflug-, Lande- und Startverfahren der Helikopter auf dem Schiff trainiert. Solche Übungen sind sowohl für Piloten als auch für das Personal an Bord wichtig. Das Schiff ersetzt einen vollwertigen Flugplatz – Wettervorhersage ist essentiell.

Die Studierenden führten neben den Beobachtungen, die für den Flug relevant sind, weitere Beobachtungen durch, wie etwa den Seegang. Um anderen Schiffen diese Informationen ebenfalls zur Verfügung zu stellen, wurden die Daten verschickt. In der ersten Woche erstellten und präsentierten die Studierenden Wetterbriefings. Dabei handelt es sich um knappe Darstellungen der aktuellen Wettersituation und der zu erwartenden Wetterentwicklung, insbesondere der Parameter Temperatur, Wetter, Wind, Bewölkung, Sicht und Seegang. In der zweiten Woche fertigten die Studierenden Kommandantenbriefings an und hielten sie vor der Schiffsführung. Diese Briefings dienen dazu, mögliche Wettereinflüsse auf geplante Operationen beziehungsweise Missionen zu berücksichtigen und die Schiffsführung bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen.

unten

Der Drache von Ehrwald zielt mit seinem Feuerstrahl auf die Wetterstation Zugspitze, bleibt aber am Schneefernerkopf hängen ...





DWD und BKG gehen bei der Ausbildung gemeinsame Wege

Ab dem Ausbildungsjahr 2022 kooperieren der Deutsche Wetterdienst und das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) bei der Ausbildung von Geomatikerinnen und Geomatikern. Die Auszubildenden des BKG absolvieren künftig jeweils einen sechswöchigen Praxisaufenthalt beim Deutschen Wetterdienst.

Das BKG und der Deutsche Wetterdienst sind als Bundesoberbehörden durch ihre jeweiligen gesetzlichen Aufträge für die Erhebung, Aufbereitung und Weitergabe von Geoinformation zuständig. Eine weitere Gemeinsamkeit: Durch die Nähe der beiden Zentralen in Frankfurt beziehungsweise Offenbach sind beide auf dem hart umkämpften Arbeitsmarkt des Rhein-Main-Gebietes aktiv, wo sie sich als attraktive Arbeitgeber positionieren müssen. Dazu zählt auch, den motivierten und qualifizierten Interessentinnen und Interessenten eine zukunftsfähige Berufsperspektive zu eröffnen. Hierzu wurde im April 2022 eine Kooperation der beiden Behörden vereinbart.

Beim BKG gibt es bereits seit längerem eine erfolgreich etablierte Ausbildung für Geomatiker und Geomatikerinnen. Damit ist eine attraktive und bewährte Struktur vorhanden, die durch eine Kooperation mit dem DWD zukunftsfähig erweitert wird. Für den DWD ist dieser Ausbildungsberuf sehr interessant, da er eine alternative Einstiegsmöglichkeit in naturwissenschaftlich geprägte Aufgabenbereiche im DWD darstellt. Das BKG plant, zukünftig in sein Ausbildungsprogramm für Geomatikerinnen und Geomatiker einen Bedarf von jährlich ein bis zwei Auszubildenden für den DWD zu integrieren, so dass der DWD voraussichtlich in drei Jahren die ersten ehemaligen BKG-Auszubildenden in die eigenen Reihen übernehmen kann.

Im Gegenzug wird der DWD künftig einen sechswöchigen Praxisaufenthalt für alle Auszubildenden des BKG im DWD anbieten. Die Auszubildenden werden dabei jeweils in zweiwöchigen Zeiträumen in den Geschäftsbereichen des DWD eingesetzt. Zusätzlich zum sechswöchigen Praxisaufenthalt ist für die Auszubildenden des BKG ein fünftägiges DWD-eigenes Online-Seminar „Einführung in die Wetterkunde“ geplant. Die Auszubildenden erwerben damit Grundkenntnisse über die wichtigsten meteorologischen Parameter und Prozesse sowie deren Erfassung, Darstellung und numerische Simulation.

Von der Zusammenarbeit können beide Partner profitieren. Für den DWD ist es eine zusätzliche Möglichkeit, von Anfang an in Kontakt zu den Auszubildenden zu stehen, ihnen eine Perspektive zu bieten und sie möglichst für den DWD zu gewinnen.

links

Nebliches Herbstwetter:
Die Feuchtigkeit hat sich an
den Pflanzen gesammelt,
aufgenommen bei Weiterstadt
(Südhessen)

Im Gespräch



„Auf allerhöchstem technischem Niveau“

Interview mit Dr. Volker Wissing, Bundesminister für Digitales und Verkehr (BMDV)

DWD:

Herr Minister, Sie waren vergangenen November zur Festveranstaltung „70 Jahre DWD“ zum ersten Mal in der DWD-Zentrale in Offenbach. Wenn Sie an diesen Besuch zurückdenken, welches Bild, welcher Gedanke kommt Ihnen dabei als erstes in den Sinn?

Dr. Volker Wissing:

Der DWD arbeitet auf allerhöchstem technischem Niveau. Die Wettervorhersagen sind präzise und kleinskalig, und sie werden immer besser. Möglich macht das einer der leistungsstärksten Großrechner Deutschlands. Die technische Weiterentwicklung der Wettervorhersagen seit den Anfängen vor 70 Jahren, als Messinstrumente noch manuell abgelesen wurden, sind beeindruckend. Ich freue mich, dass dem in der Öffentlichkeit eine große Aufmerksamkeit entgegengebracht wird. Das ist eine wichtige Wertschätzung für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die ihre Arbeit mit Überzeugung und Begeisterung ausführen.

DWD:

Welche Bedeutung messen Sie dem nationalen Wetterdienst für die Menschen und das tägliche Leben in Deutschland zu?

Dr. Volker Wissing:

Es gibt wohl nur wenige Behörden, die allgemein so bekannt sein dürften wie der DWD. Die Arbeit des DWD hat große Bedeutung für unseren Alltag. Das geht schon beim täglichen Wetterbericht los. Wer morgens aus dem Haus geht, informiert sich, wie das Wetter wird, um auch richtig gekleidet zu sein. Die mittelfristige Witterung hat wiederum eine große Bedeutung für die Energie- und Versorgungssicherheit. Und nicht zuletzt geben uns langfristige Beobachtungen wichtige Informationen, wie sich das Klima verändert und inwieweit wir uns an veränderte Bedingungen anpassen müssen.

DWD:

Welchen Stellenwert hat der DWD in Ihrem Ressort?

Dr. Volker Wissing:

Der DWD ist im BMDV mit allen Abteilungen eng vernetzt. Wetter- und Klimainformationen sind von großer Bedeutung für alle Verkehrsträger und Infrastrukturen. Zudem ist der DWD ein wichtiger digitaler Player, etwa als Anbieter von Open Data. Der DWD ist deshalb seit seiner Gründung dem heutigen BMDV unterstellt. Mit seiner Arbeit trägt er dazu bei, dass wir sicher unterwegs sein können. So richten etwa die Straßen- und Autobahnmeistereien ihren Winterdienst nach DWD-Informationen aus. Für Schiffs- und Flugkapitäne ist es unverzichtbar, das aktuelle Wettergeschehen vor dem Start zu prüfen. Wenn es in Zukunft immer mehr autonome Fahrzeuge gibt, dann brauchen sie aktuelle Wetterdaten, um etwa bei Glätte oder Regen ihre Fahrweise automatisch anpassen zu können.

DWD:

Katastrophenschutz ist Länderzuständigkeit, der DWD ist eine Bundesbehörde. Sehen Sie Möglichkeiten, auch mit Blick auf die Flutkatastrophe des Jahres 2021, die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern und Kommunen im Katastrophenschutz zu optimieren?

Dr. Volker Wissing:

Der DWD versorgt die Länder zuverlässig mit Wetterinformationen und Unwetterwarnungen, was auch während der Flutkatastrophe der Fall war, und pflegt einen engen Austausch mit den Ländern. Diese Zusammenarbeit wollen wir weiter ausbauen und noch besser machen. Deshalb werden wir auf Wunsch der Länder ein Naturgefahrenportal einrichten, das vom DWD betrieben werden soll. So stellen wir sicher, dass die Wetterwarnungen des DWD an der richtigen Stelle ankommen und zugleich relevante Informationen anderer Behörden, etwa zu möglichen Hochwasserlagen, an zentraler Stelle teilen. Die Hochwasserkatastrophe im Sommer 2021 hat gezeigt, dass Vorsorge-, Lage- und Warninformationen gebündelt und einfach abrufbar zur Verfügung stehen müssen. Über den Aufbau und die Ausgestaltung dieses Portals sind die zuständigen Akteure auf Bundes- und Länderebene im Gespräch. Zudem werden wir das DWD-Gesetz entsprechend anpassen. Wir sehen darin eine wichtige und sinnvolle Ergänzung der bereits bestehenden Warnstrukturen von Bund und Ländern.



links

Zum 70. Geburtstag des DWD beim Jahresempfang (v. l.): Prof. Dr. Gerhard Adrian, Dr. Volker Wissing (Bundesminister für Digitales und Verkehr), Dr. Felix Schwenke (Oberbürgermeister Stadt Offenbach)

DWD:

Gibt es Bereiche, von denen Sie denken, dass der DWD seine Aufgaben oder Leistungen noch verbessern oder ausbauen sollte?

Dr. Volker Wissing:

Generell erfordert es eine ständige Weiterentwicklung, damit die DWD-Produkte dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen. Der DWD liefert wertvolle, solide Basisdaten, die in vielen Bereichen genutzt werden und neue Produkte und Angebote schaffen können. Ich sehe ein großes Potenzial in der Verknüpfung der DWD-Informationen mit weiteren Daten, indem wir diese in speziellen Datenräumen bereitstellen. Gerade deshalb gehört das Open-Data-Prinzip auch zu unserem Selbstverständnis. Schon seit 2017 sind die Klima- und Wetterdaten des DWD öffentlich, also für alle frei zugänglich und nutzbar – und das schnell, unkompliziert und kostenlos. Auch die anderen Behörden unseres Geschäftsbereichs machen ihre Verwaltungsdaten in größerem Umfang zugänglich. Sie sind in unserer neuen Mobilithek zu finden. Diese Plattform ist nicht nur Open-Data-Portal unseres Geschäftsbereichs, sondern auch Nationaler Zugangspunkt zu Mobilitätsdaten, beispielsweise zu Verkehrs- und Reiseinformationen, die dort für alle Interessierten abrufbar und nutzbar sind. Unternehmen können diese Daten etwa nutzen, um innovative Angebote und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln.

DWD:

Datengewinnung, Verarbeitung der Daten, aber auch Herstellung und Verteilung der Produkte erfolgen beim DWD in hohem Maße digital. Wo sehen Sie Potenzial, noch „digitaler“ zu werden?

Dr. Volker Wissing:

Wir können noch mehr innovative Angebote entwickeln und bislang isolierte Anwendungen intelligent verknüpfen. Wetterdaten helfen uns etwa dabei, unsere Mobilität effizienter, nachhaltiger und komfortabler zu gestalten – und das perfekt auf persönliche Bedürfnisse zugeschnitten. Dafür müssen wir Wetter- und Mobilitätsdaten zusammenführen. Spezielle Apps könnten etwa in Abhängigkeit von Verkehrs- und Wettergeschehen das ideale Verkehrsmittel vorschlagen. Ein Beispiel: Wenn es einen Stau gibt, ist das Auto nicht die beste Wahl, dann doch lieber das Fahrrad. Vorausgesetzt, es regnet nicht. In dem Fall käme man mit der Bahn nicht nur schnell, sondern auch trocken ans Ziel. Der DWD, aber auch die anderen nachgeordneten Behörden des Bundes verfügen über einen großen Datenschatz. Und den müssen wir heben.

DWD:

Thema Klimawandel: Sie kommen aus Rheinland-Pfalz. Sie waren dort zuletzt Minister für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz. Wie haben Sie gerade bei den Themen Landwirtschaft und Weinbau das Thema Klimawandel wahrgenommen?

Dr. Volker Wissing:

Der Klimawandel betrifft uns alle, natürlich ist die Landwirtschaft besonders und direkt vom Klimawandel betroffen. Daher begrüße ich die gute und intensive Kooperation des BMDV und DWD mit dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dessen nachgeordneten Behörden. Der DWD als Referenz für Klimadaten und Klimawissen in Deutschland versorgt alle Behörden auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene mit den relevanten Informationen. Die Daten, zum Beispiel zu nachlassenden Niederschlägen und häufiger auftretenden Starkregenereignissen, helfen etwa auch im Weinbau dabei, Anpassungsstrategien zu entwickeln.

DWD:

Zum Abschluss noch eine persönliche Frage: Nutzen Sie eine Wetter-App? Wenn nein, warum eigentlich nicht? Wenn ja, welche und warum?

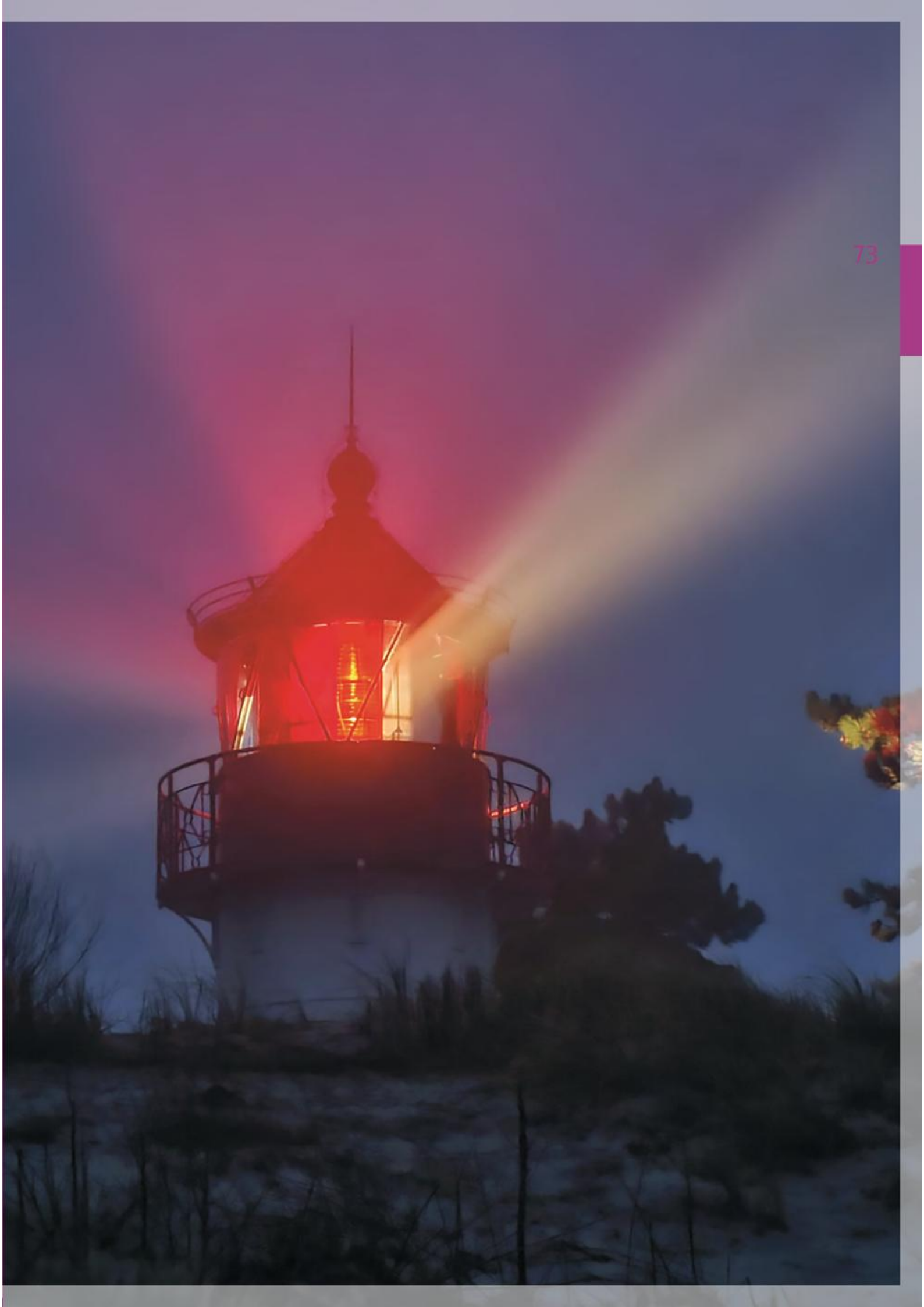
Dr. Volker Wissing:

Natürlich habe ich Wetter-Apps auf meinem Smartphone, auch vom DWD. Ich kann mir ein Leben ohne diese digitalen Helfer gar nicht mehr vorstellen. Und ich bin gespannt darauf, welche innovativen Angebote der DWD in Zukunft noch entwickelt.

72

Finale

rechts
Leuchtfeuer Gellen auf
Hiddensee



Jährliche Arbeitsergebnisse und Leistungen

Rund **180.000** manuell erstellte Vorhersagen, davon ca. **90.000** Standardvorhersagen

Rund **177.000** manuell erstellte Wetterwarnungen sowie rund **8.000** Unwetterwarnungen und extreme Unwetterwarnungen (bezogen auf Landkreisebene)

8.760 automatisierte Straßenwettervorhersagen für ca. **1.500** Straßenwetterstationen mit rund **250** Millionen Seitenaufrufen im Winterdienstportal SWIS

Rund **1,4 Milliarden** Aufrufe im Katastrophenschutzportal FeWIS, Bereitstellung von über **37 Terabyte** Daten für die Lageeinschätzung im Katastrophenschutz

Abgabe von rund **1,4 Milliarden** Push-Meldungen (Warnungen) über die DWD-Warnwetter-App

Erhalt von ca. **1,2 Millionen** Meldungen von Nutzerinnen und Nutzern für den Vorhersagedienst über die DWD-Warnwetter-App

Rund **540.000** manuell erstellte Vorhersagen und Warnungen für die Luftfahrt

Rund **24.500** telefonische Beratungen für die Luftfahrt

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

rund **62 Millionen** Aufrufen und etwa **3 Millionen** Zugriffe auf die Luftsportinformationen der DWD-Webseite

Rund **6,4 Millionen** Zugriffe auf die DWD-Flugwetter-App

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

Der Open-Data-Server des DWD enthält insgesamt **29 Terabyte** Daten. Auf dessen Seiten wurde rund **47 Milliarden** Mal zugegriffen, dies ergibt rund **130 Millionen** Zugriffe pro Tag.

Über die Crowdsourcing-Funktion der DWD-WarnWetter-App wurden in der Sommersaison 2022 über **400.000** Meldungen eingestellt.

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

2 meteorologische Observatorien

1 Flugwetterzentrale Frankfurt

4 Luftfahrtberatungszentralen

3 agrarmeteorologische Beratungsstellen

1 maritim-meteorologische Beratungsstelle

181 hauptamtliche automatische Wetterstationen (davon **15** Flugwetterstationen an internationalen Verkehrsflughäfen)

Flugwetterbeobachtung an **42** Regionalflughäfen

1.722 nebenamtliche Wetter- und Niederschlagsstationen (davon melden **832** Online-Stationen halbstündlich)

1.104 phänologische Beobachtungsstellen

Rund **1.730** Straßenwetterstationen aus Partnernetzen, die automatisiert alle 15 Minuten qualitätsgesichert werden

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

490 Stationen der Freiwilligen Wetterbeobachtung auf See auf Schiffen aller Art (davon **141** automatische Bordwetterstationen)

6 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

10 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

18 Werradarstandorte 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 3,82 Euro im Jahr

Der Etat des DWD lag 2022 bei rund 361 Millionen Euro und fiel damit um weit mehr als 26 Millionen Euro niedriger aus als im Vorjahr. Der tatsächliche Steuermittelbedarf des DWD dagegen war deutlich geringer als der Gesamtetat, da hiervon schon 10,7 Prozent indirekt durch Einnahmen gedeckt waren. Im Jahr 2022 sank der Bedarf des DWD an Steuermitteln gegenüber dem Vorjahr um über 48,6 Millionen Euro. So gab jede Bürgerin und jeder Bürger in Deutschland 3,82 Euro¹ für

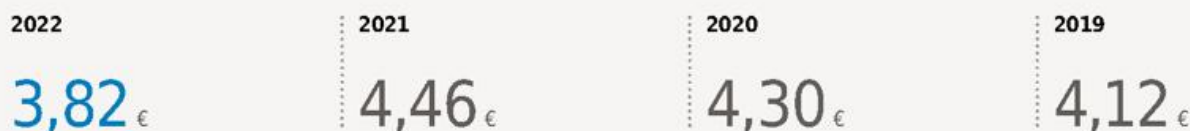
hoheitliche oder gesetzlich vorgegebene Aufgaben wie Wettervorhersagen, Unwetterwarnungen und die Klimaüberwachung aus. Die Hauptgründe für den geringeren Steuermittelbedarf sind die insgesamt um rund 20,9 Millionen Euro gesunkenen Zuschüsse an internationale Organisationen (für EUMETSAT ca. 15,6 Millionen Euro weniger, für die ESA ca. 5,9 Millionen Euro weniger, für das EZMW stiegen die Zuschüsse um ca. 1,3 Millionen Euro). Um ca. 9,7 Millionen Euro sanken

auch die Ausgaben für die Investitionen beim DWD (ca. 5,1 Millionen Euro weniger für Informationstechnik, ca. 2,3 Millionen Euro weniger für Bau- und Grundstückskosten, ca. 1,9 Millionen Euro weniger für Sachausgaben bei den Investitionen). Gleichzeitig sind die Einnahmen des DWD, die nicht dem Etat des DWD, sondern dem Bundeshaushalt zugerechnet werden, insgesamt um 21,9 Millionen Euro gestiegen.

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:



Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:



Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2022 wie folgt:



Die Zuweisungen/Zuschüsse gingen 2022 an folgende Organisationen (mit Fremdkapitel):



¹ Quelle: 84,3 Mio. Einwohner Ende Dezember 2022 lt. Statistischem Bundesamt

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2022	2021	2020	2019
2.149,5	2.143,0	2.156,5	2.171,0

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2022		2021		2020		2019	
Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:	Davon Männer:	Davon Frauen:
2.133		2.157		2.187		2.216	
1.316	817	1.339	818	1.363	824	1.384	832

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

Zu guter Letzt:

Vulkan Hunga Tonga: Messgeräte des Deutschen Wetterdienstes erfassen Druckwelle

Am Samstag, 15. Januar 2022 gegen 4.00 UTC brach der Vulkan Hunga Tonga (Königreiche Tonga, Südpazifik) aus. Auf zahlreichen Satellitenbildern ist der Ausbruch zu erkennen. Erste Berichte sprachen davon, dass Asche, Dampf und Gas bis in eine Höhe von gut 57 Kilometern geschleudert wurden und dass für große Bereiche im Pazifikraum eine Tsunami-Warnung gegeben wurde.

Die Druckwelle der Hauptexplosion des Vulkanausbruches konnte auch über Deutschland von meteorologischen Messgeräten des DWD beobachtet werden. Zuerst wurde die Druckwelle im Norden (Helgoland, 19:24 UTC) und später im Süden (Hohenpeißenberg, 20:02 UTC) erfasst. Verwendet man die kürzeste Entfernung auf einer Kugeloberfläche (Luftlinie der Druckwelle über den Nordpol vom Vulkan Hunga Tonga nach Helgoland: etwa 16.200 km und zum Hohen Peißenberg: etwa 16.900 km), um die Ausbreitung der Druckwelle zu beschreiben, dann kann man deren Geschwindigkeit abschätzen. Sie beträgt ca. 1.050 km/h. Zum Vergleich: Ein Interkontinental-Verkehrsflugzeug fliegt mit etwa 900 bis 1.000 km/h. Die Schallgeschwindigkeit unter Standardbedingungen beträgt etwa 1.235 km/h.

In Abbildung 1 wird der zeitliche Verlauf des normierten Luftdruckes dargestellt. Die gezeigten Daten wurden an den hochsensiblen ICOS-Stationen des DWD gemessen, die im Rahmen des Integrated Carbon Observation System (ICOS) zahlreiche meteorologische Parameter erfassen. Der Durchgang der ersten Druckwelle an jeder Station und im Gesamteindruck den Durchgang von Nord nach Süd durch Deutschland ist gut zu erkennen.

Schaut man sich die Maxima und Minima an, so erhält man eine Differenz von ca. 3 hPa, was einer Wellenamplitude von ca. 1.5 hPa entspricht. Die zeitliche Dauer zwischen Maximum und Minimum betrug ja nach Station zwischen 21 und 28 Minuten.

Es gab einen zweiten Durchgang der Welle. Die Richtung ist entgegengesetzt der ersten Welle und erreichte Deutschland über den Südpol, wodurch der Weg länger ist. Nimmt man den Erdumfang von 40.000 Kilometern, erhält man die Entfernungen vom Vulkan zum Hohen Peißenberg mit etwa 23.100 km und rund 23.800 km bis nach Helgoland. Die Amplitude der zweiten Welle war nur noch etwa ein Drittel so groß (± 0.5 hPa) wie die der ersten Druckwelle, wodurch es schwieriger wurde, sie in den Daten zu identifizieren. Der Durchgang durch Deutschland erfolgte diesmal von Süd nach Nord. Die Ankunftszeit für Hohenpeißenberg war 01:12 UTC am 16. Januar 2022 und für Helgoland 01:52 UTC. Damit ergibt sich eine leicht höhere Geschwindigkeit der Druckwelle von ca. 1.090 km/h. Diese geringe Abweichung liegt im Rahmen der Unsicherheiten, die in die Abschätzung eingingen.

Abbildung 2 zeigt wieder den zeitlichen Verlauf des normierten Luftdruckes. Zur übersichtlichen Darstellung und Unterscheidung der Linien wurde für jede Station ein geringer Wert (Bias) hinzuaddiert. Nun kann man auch für die zweite Druckwelle die Änderung des Luftdruckes an jeder Station und im Gesamteindruck den Durchgang der Welle von Süd nach Nord verfolgen.

Am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg betreibt der DWD ein Vulkanaschezentrum. Über die dortigen hochsensiblen Messgeräte, wie beispielsweise Ceilometer oder Lidar, können Vulkanaschepartikel in der Atmosphäre identifiziert werden. Aufgrund der geographischen Lage und der Erkenntnisse über den Austausch von Luftmassen in der Atmosphäre hätte es Wochen, wenn nicht gar Monate gedauert, bis die Messgeräte am Hohenpeißenberger Observatorium Vulkanaschepartikel hätten detektieren können – was jedoch nicht der Fall war.

Abb. 1

Auf diesem Bild wird der zeitliche Verlauf des normierten Luftdruckes dargestellt. Die Daten wurden an ICOS-Stationen gemessen. Man sieht sehr schön den Durchgang der Druckwelle an jeder Station und im Gesamteindruck den Durchgang von Nord nach Süd durch Deutschland.

Abb. 2

Das Bild zeigt wieder den zeitlichen Verlauf des normierten Luftdruckes, wobei die Daten der einzelnen Stationen zur besseren Darstellung ein geringer Wert (Bias) hinzuaddiert wurde. Nun kann man auch für die zweite Druckwelle die Änderung des Luftdruckes an jeder Station und im Gesamteindruck den Durchgang der Welle von Süd nach Nord verfolgen.

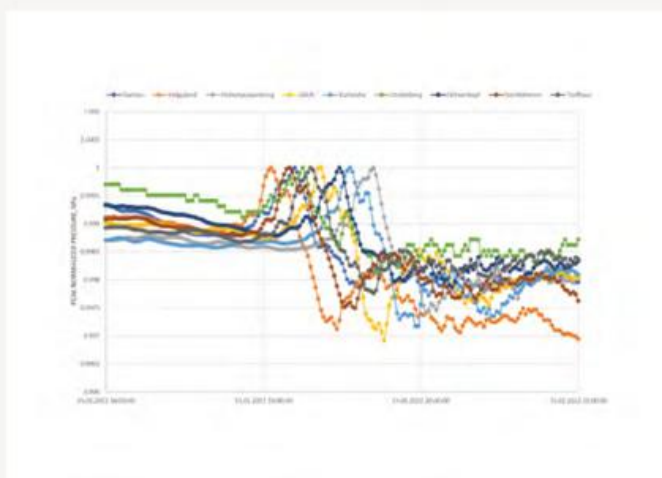


Abb. 1

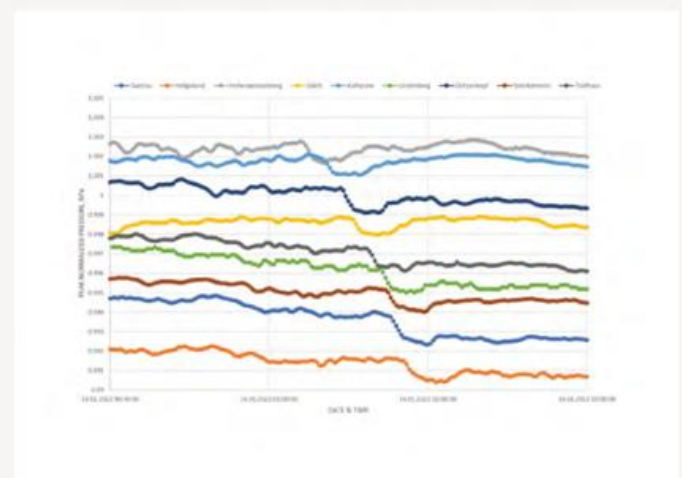


Abb. 2

Kontakt, Impressum und Quellen



Bild

Vor dem Wetterumschwung in
Leipzig: von fast $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ zu $20\text{ }^{\circ}\text{C}$
innerhalb einer Woche



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

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.

Abbildungen

Quelle	Seite
Heiko Ansorge, DWD	54
Uwe Bachmann, DWD	44
Magdalena Bertelmann, DWD	47, 50, 58
Björn Breitenbach, DWD	57
Bundesfoto, Uwe Völkner, DWD	51
©Minerva_Studio_stock.adobe.com	29
Deutsche Lufthansa	39
DWD	7, 10, 11, 12 (04), 15 (06), 19, 20, 21, 22 23, 24, 25, 26, 27, 36, 38, 42, 43 (03), 45, 48, 79
Karolin Eichler, DWD	8/9
EUMETSAT/ESA	59
Nicole Flory, DWD	61
Karsten Friedrich, DWD	13 (oben), 41, 63
Kristina Fröhlich, DWD	80/81
Peter Füssel, DWD	71
Thomas Gassdorf, DWD	12 (oben)
Katrin Hohmann, DWD	40
Frank Kahl, DWD	56
Jürgen Keil, DWD	65
Inge Koch, DWD	66
Ulf Köhler (DWD, in Pension)	14
Susanne Körner, DWD	73
Marc Kropf, DWD	69
Michael Kügler, DWD	Titel, 4
Ronny Leinweber, DWD	46 (02)
Rüdiger Manig, DWD	43 (02)
Mariusz Mazurek, DWD	49
Thomas Möller, DWD	33
Aenne Reinbacher, DWD	37
Manuel Reiter, DWD	15 (05), 52
Anita Schaaf, DWD	17
Johanna Stöhr, HS 40	64 (2)
Christoph von Rohden, DWD	46 (01), 62
www.bundeswehr.de	64 (01)
Anja Zeuschner, DWD	34/35

Titel

Die Zentrale des Deutschen Wetterdienstes in Offenbach im Lauf der Jahreszeiten, zusammengesetzt aus vier Einzelaufnahmen: Der DWD-Kollege Michael Kügler hat dafür immer den gleichen Standpunkt gewählt.



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

ISSN 2629-2076

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



Meilensteine 70 Jahre DWD



01
 Albert Heinen (links) auf dem Potsdamer Platz vor dem DWD



02
 Seit 2008 die vom DWD betreute W. 1840-2008
 03
 Die DWD-Meteorological App seit Ende 2012

04
 12. Meteorologische Gewitterwarnung für die Meteo-App (Meteo-App) seit Ende 2012



05
 Prof. Dr. Gertfried Adler

Besondere Ereignisse

1950 Gründung des Meteorologischen Dienstes (MD) der DDR mit Sitz in Potsdam

1952 Gründung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus den Wetterdiensten der westlichen Besatzungszonen mit Sitz in Bad Kissingen

1954 Beitritt der Bundesrepublik Deutschland zur Weltorganisation für Meteorologie (WMO)

1957 Umzug des DWD nach Offenbach

1973 Aufnahme der DDR in die WMO

1990 Zusammenführung des DWD und des MD

1996 Umzug der DWD-Homepage www.dwd.de

2008 Eröffnung der neuen DWD-Zentrale in Offenbach

2015 Umzug der DWD-WarnWetter-App

2019 Wahl des DWD-Präsidenten Prof. Dr. Gertfried Adler zum 980-Fräsidenten

2020 Einführung der Gesundheits-App



Wichtige Entwicklungen

Farbskala

Die Skala in der Mitte der Seite bildet für die Jahre 1950 bis 2021 die Entwicklung der Durchschnittstemperatur in Deutschland ab, verglichen mit der international gültigen Referenzperiode von 1981 bis 2010. Blaue Farbe bedeutet dabei zu kalt, rote Farbe zu warm.



06
 Vorgängerbau der heutigen Zentrale des DWD in Offenbach

07
 2008-Gebäude des MD



08
 16. Meteorologische Gewitterwarnung für die Meteo-App (Meteo-App) seit Ende 2012

09
 Seit 2011 monatlich der DWD die Frühjahrs-Trends der Temperatur



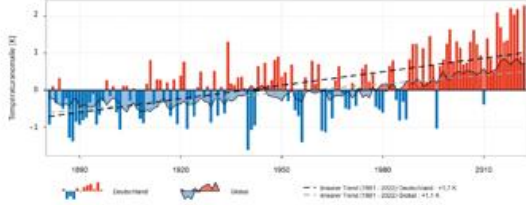
10
 Neues DWD Logo



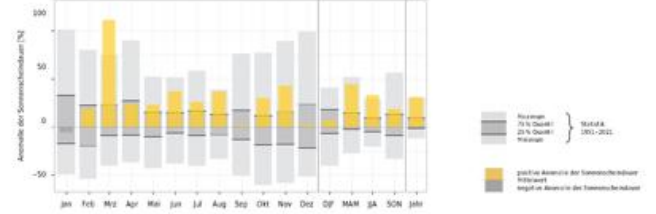
Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag in Deutschland 2022

Das sonnenscheinreichste und gemeinsam mit 2018 wärmste Jahr

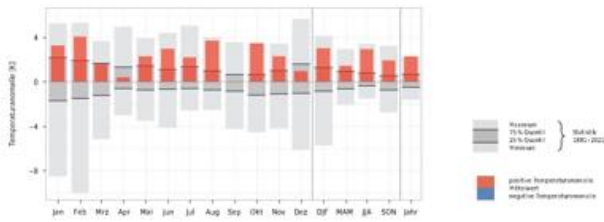
Anomalie der Temperatur Deutschland/Global
 1881-2022, Referenzzeitraum 1961-1990



Anomalie der Sonnenscheindauer
 Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2022, Referenzzeitraum 1961-1990



Anomalie der Temperatur
 Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2022, Referenzzeitraum 1961-1990



Anomalie des Niederschlags
 Deutschland Monate, Jahreszeiten, Jahr 2022, Referenzzeitraum 1961-1990

