

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!

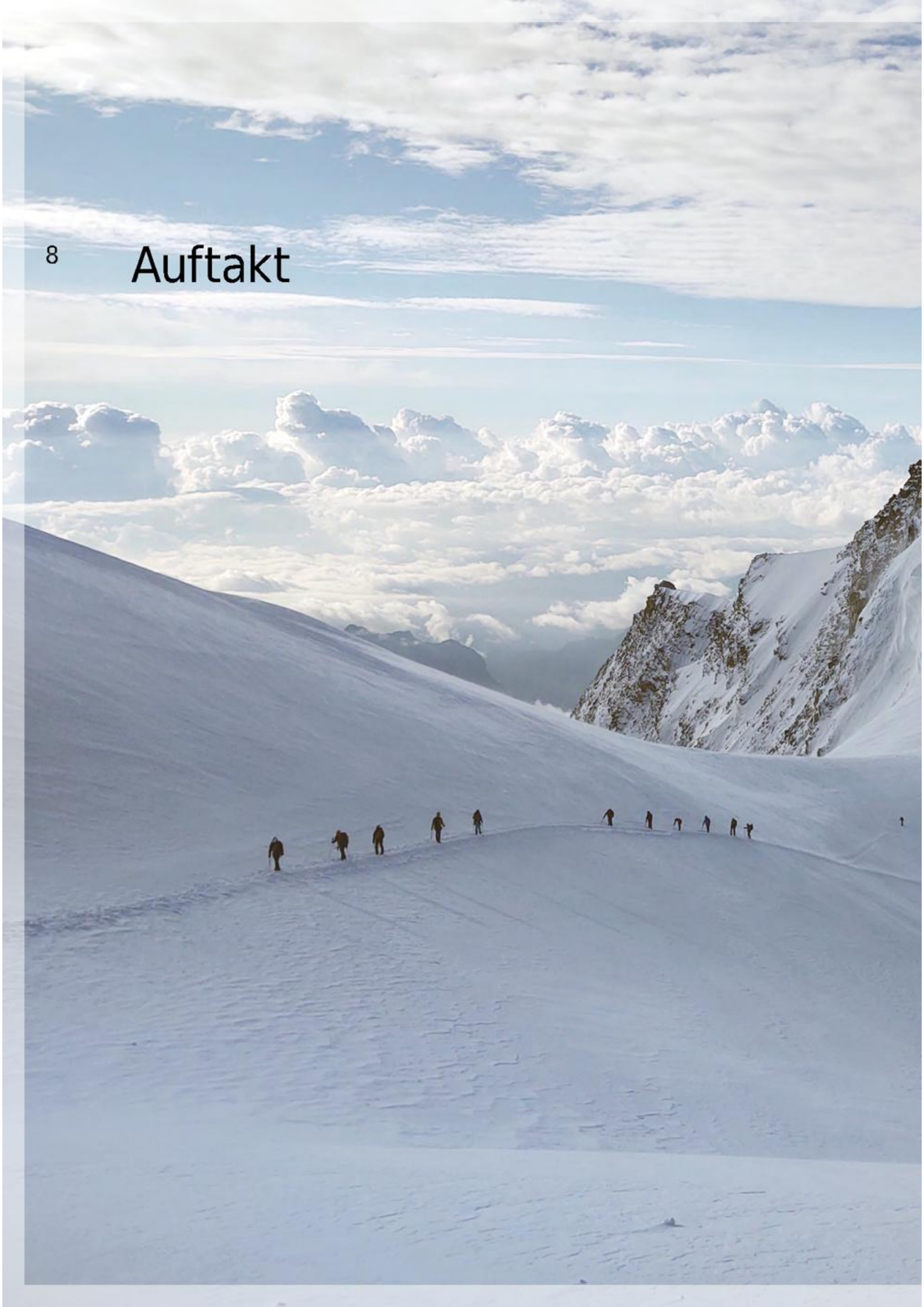
Abschließend darf ich mich noch für Ihr Vertrauen in den DWD bedanken und mich bei Ihnen verabschieden. Nach fast 24 Jahren beim DWD, 13 davon als Präsident, beginnt am 1. August mein Ruhestand. Ich wünsche Ihnen alles Gute, vor allem Gesundheit. Bleiben Sie dem DWD und meiner Nachfolgerin, Prof. Dr. Sarah Jones, auch weiterhin gewogen.

Ihr

Gerhard Adrian

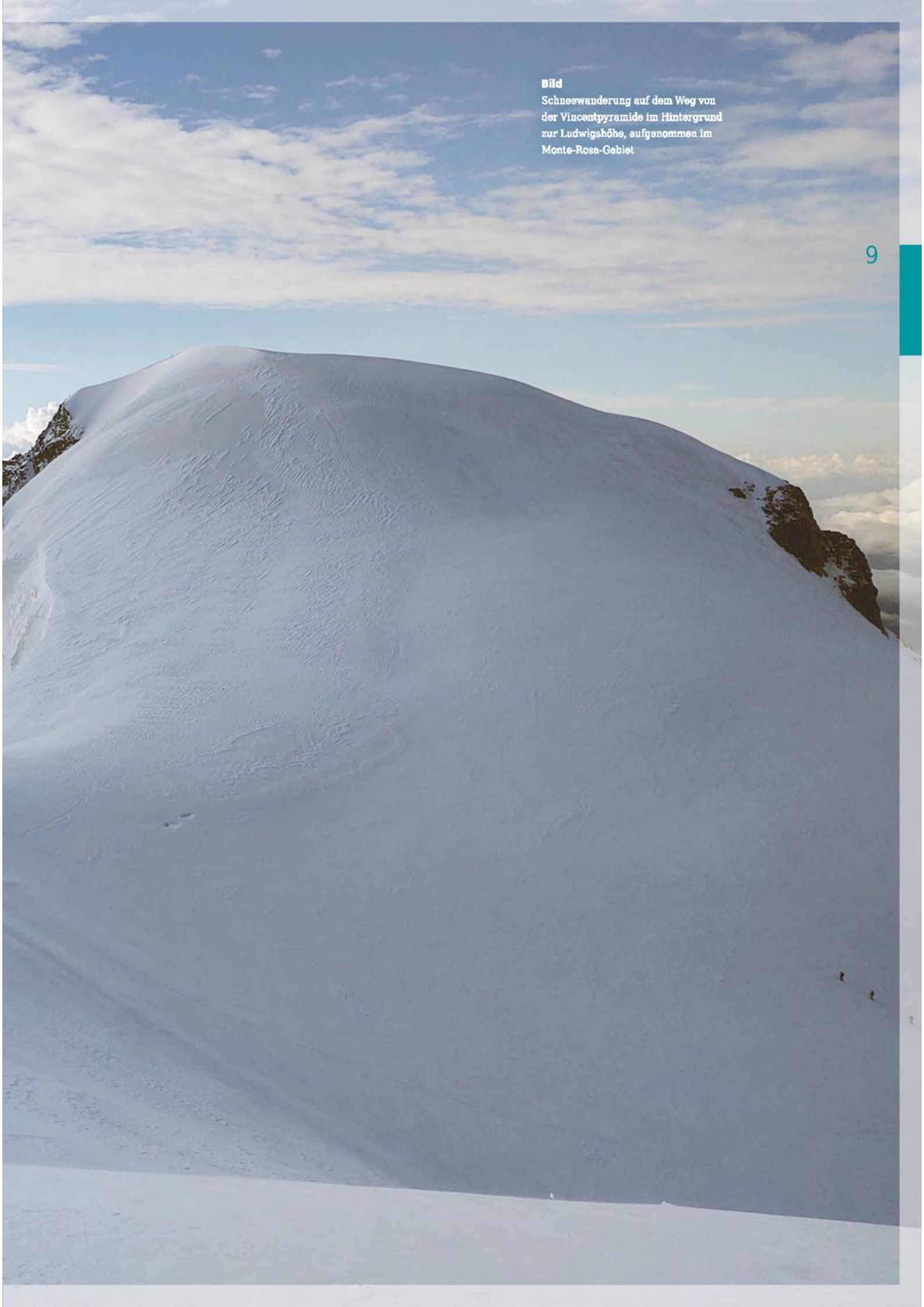
8

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.

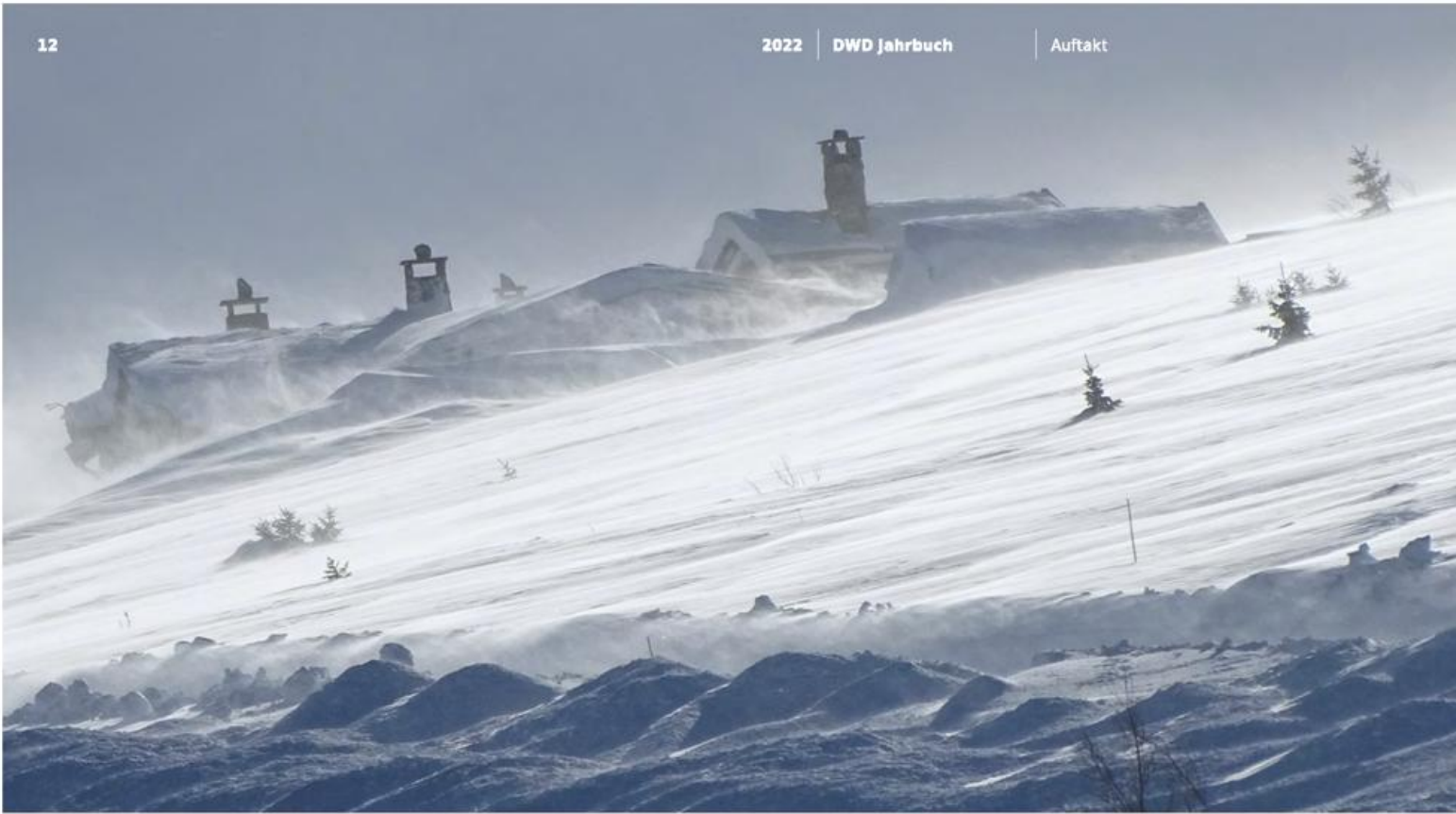
Der Grundstein für eine moderne Wettervorhersage

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.

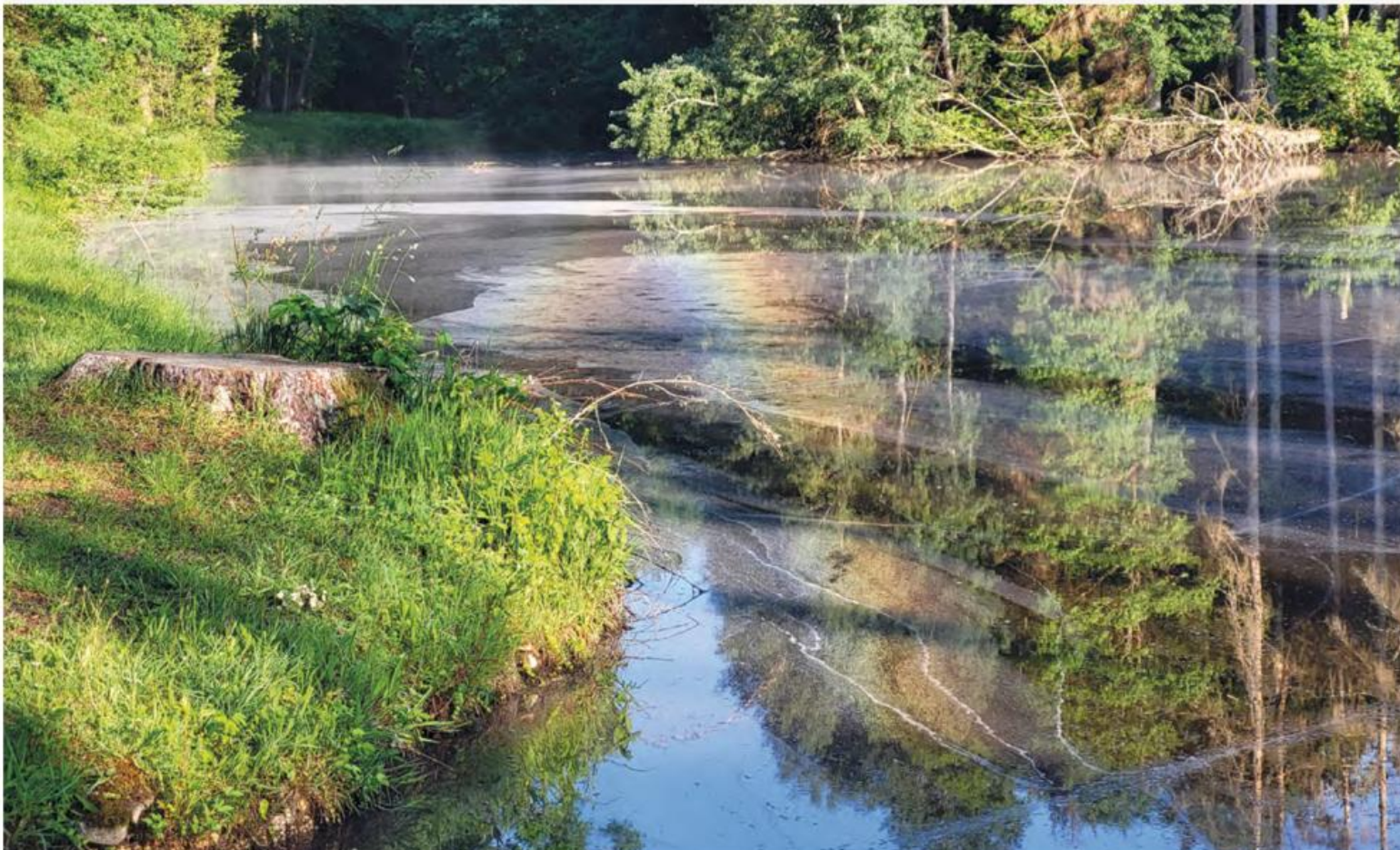
Der globale Klimawandel stellt neue Anforderungen an Länder, Städte und Gemeinden, da die Wahrscheinlichkeit extremer Wetterereignisse mit hohem Schadenspotenzial immer weiter steigt. Es ist damit zu rechnen, dass es zu höheren Durchschnittstemperaturen auch in Deutschland und zu einem Anstieg des Risikos 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

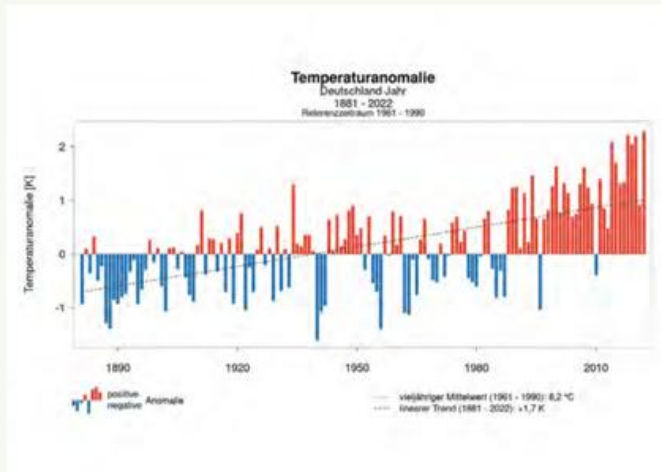


Abb. 1

Abb. 1

Abweichungen der Jahrestemperaturen für Deutschland 1881-2022 vom vieljährigen Temperaturmittel 1961-1990.

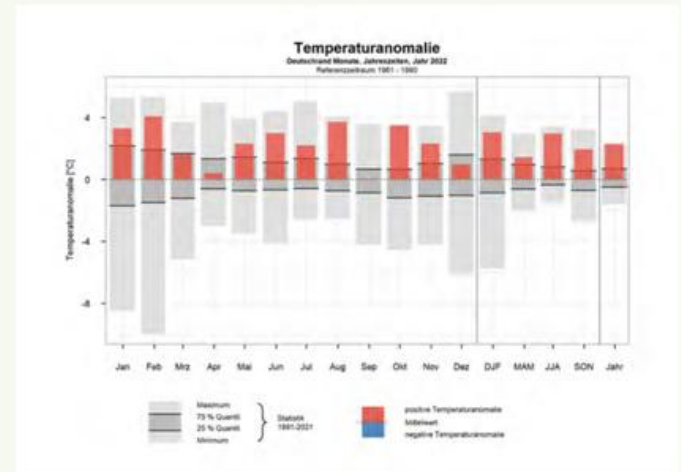


Abb. 2

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.

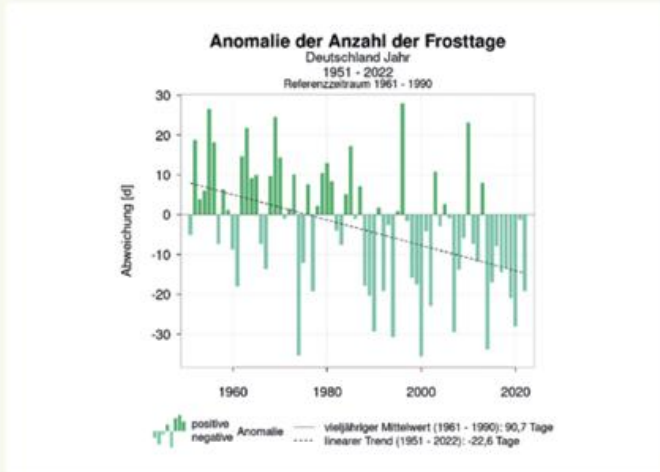


Abb. 3.1

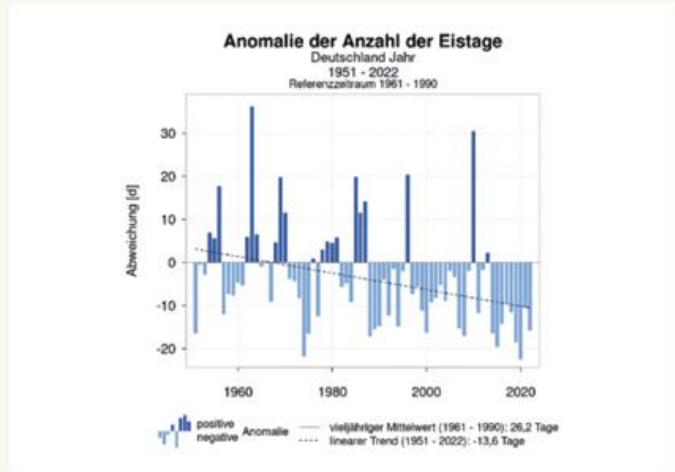


Abb. 3.2

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.

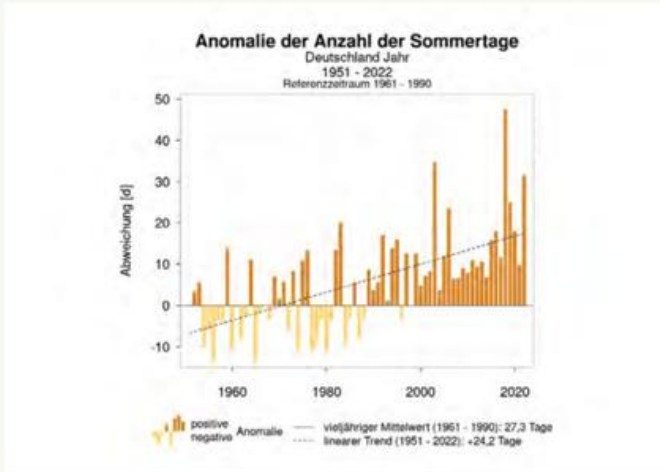


Abb. 3.3

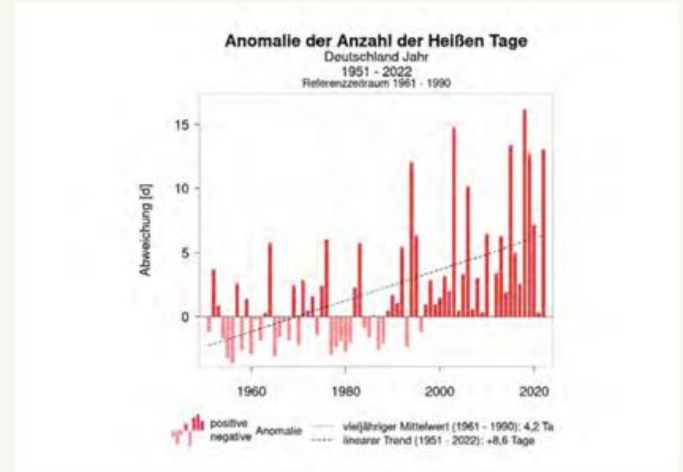


Abb. 3.4

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

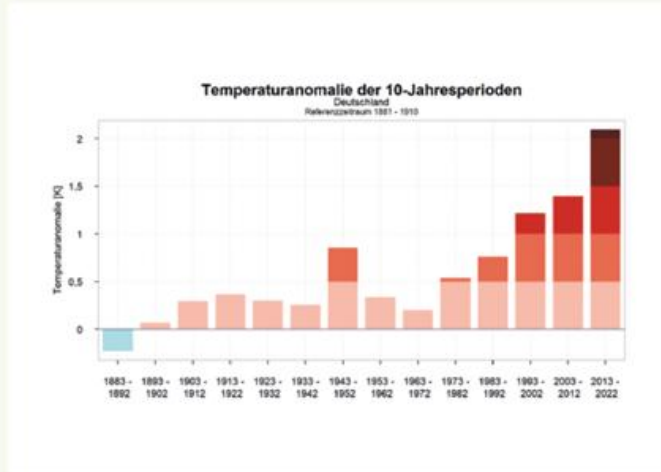


Abb. 4

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).

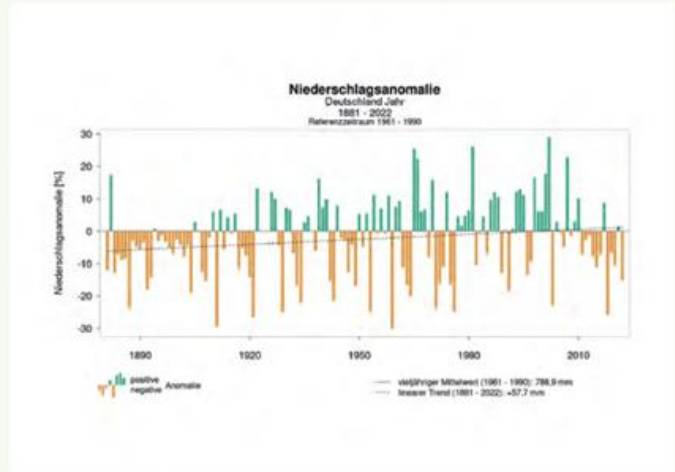


Abb. 5

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.

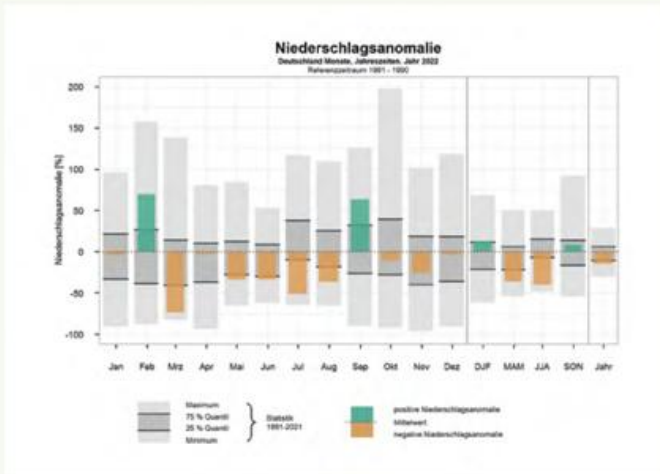


Abb. 6

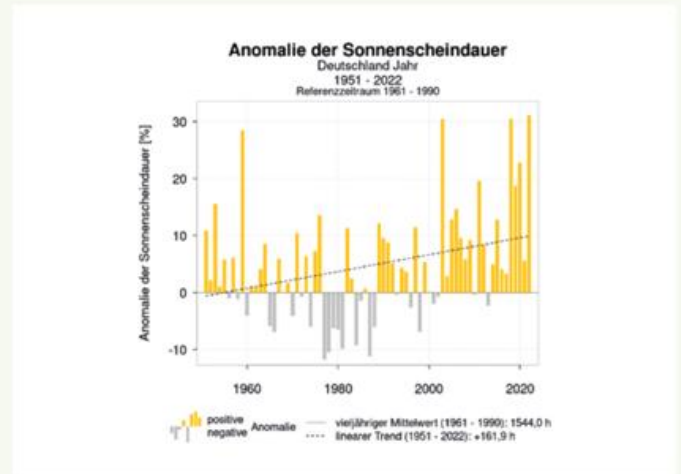


Abb. 7

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

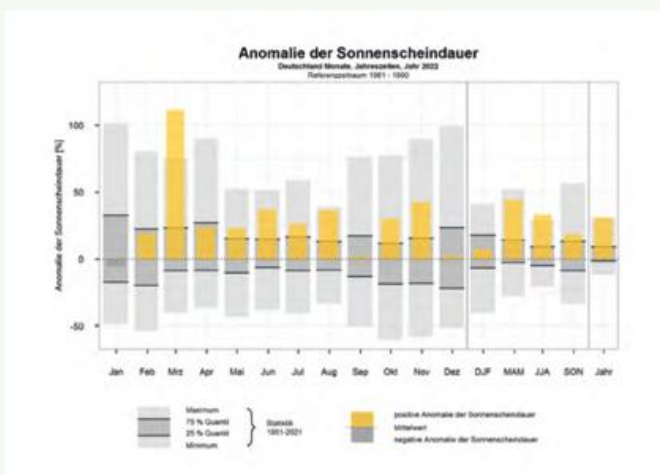


Abb. 8

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.

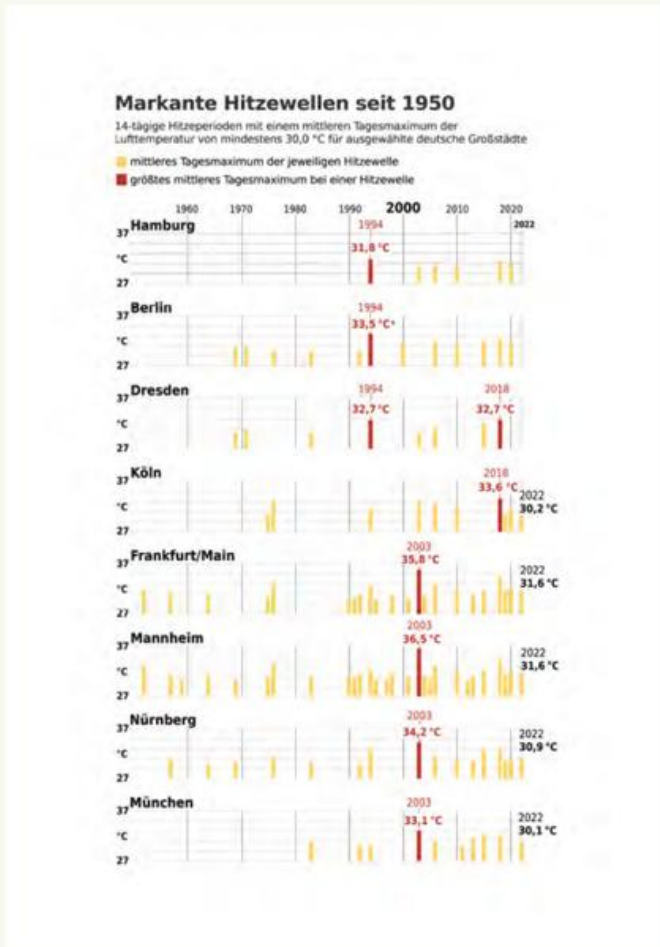


Abb. 9

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 ($T_{\max} \geq 30,0$ °C), 274 DWD-Stationen einen Sehr Heißen Tag ($T_{\max} \geq 35,0$ °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.

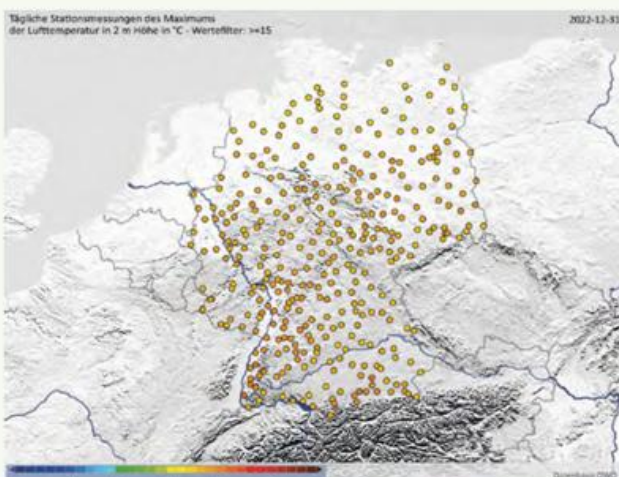


Abb. 10

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

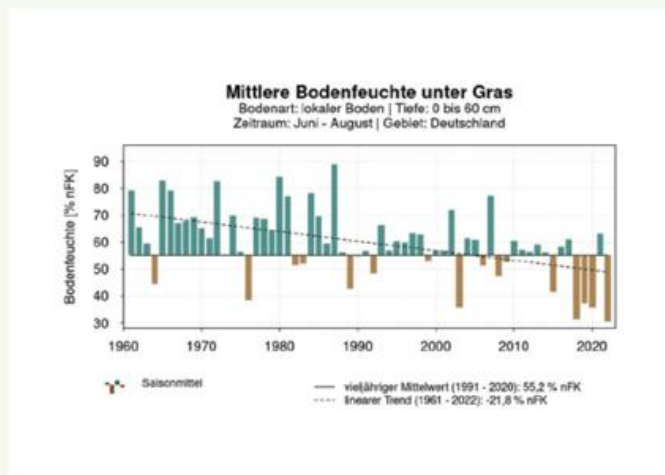


Abb. 11

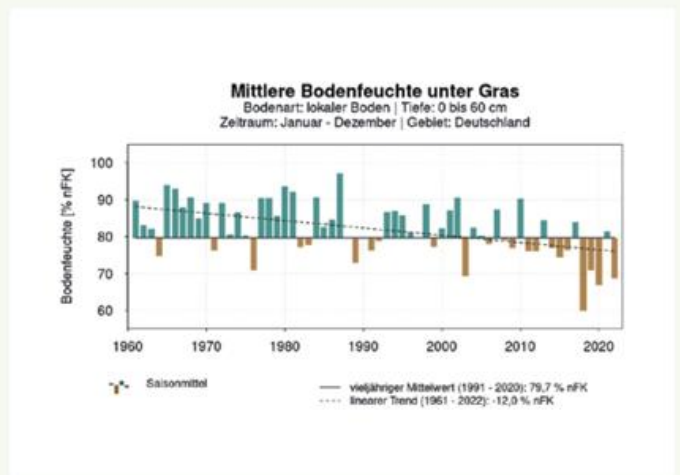


Abb. 12

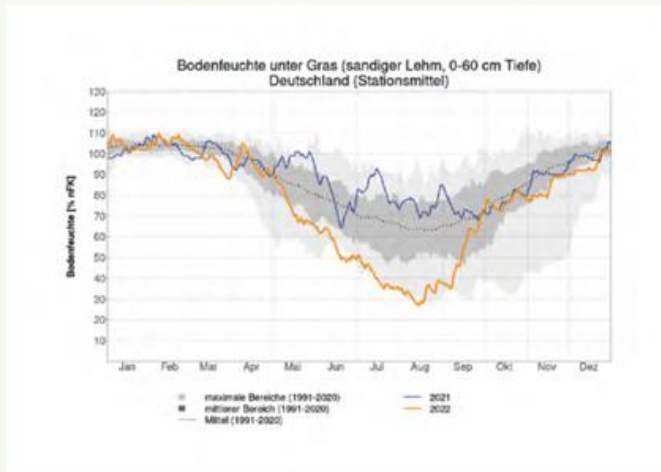


Abb. 13

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.

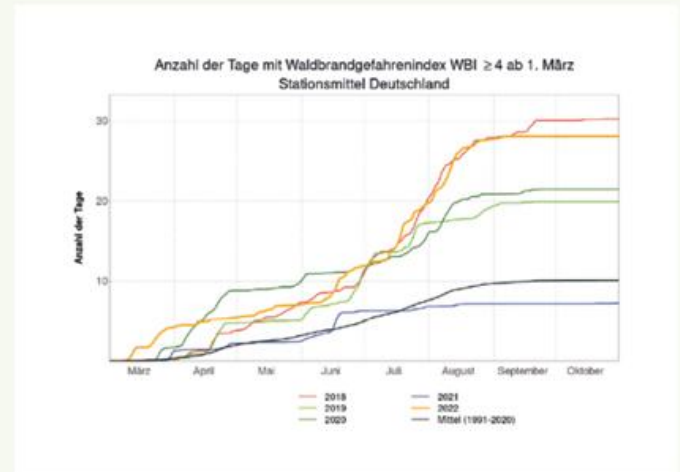


Abb. 14

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

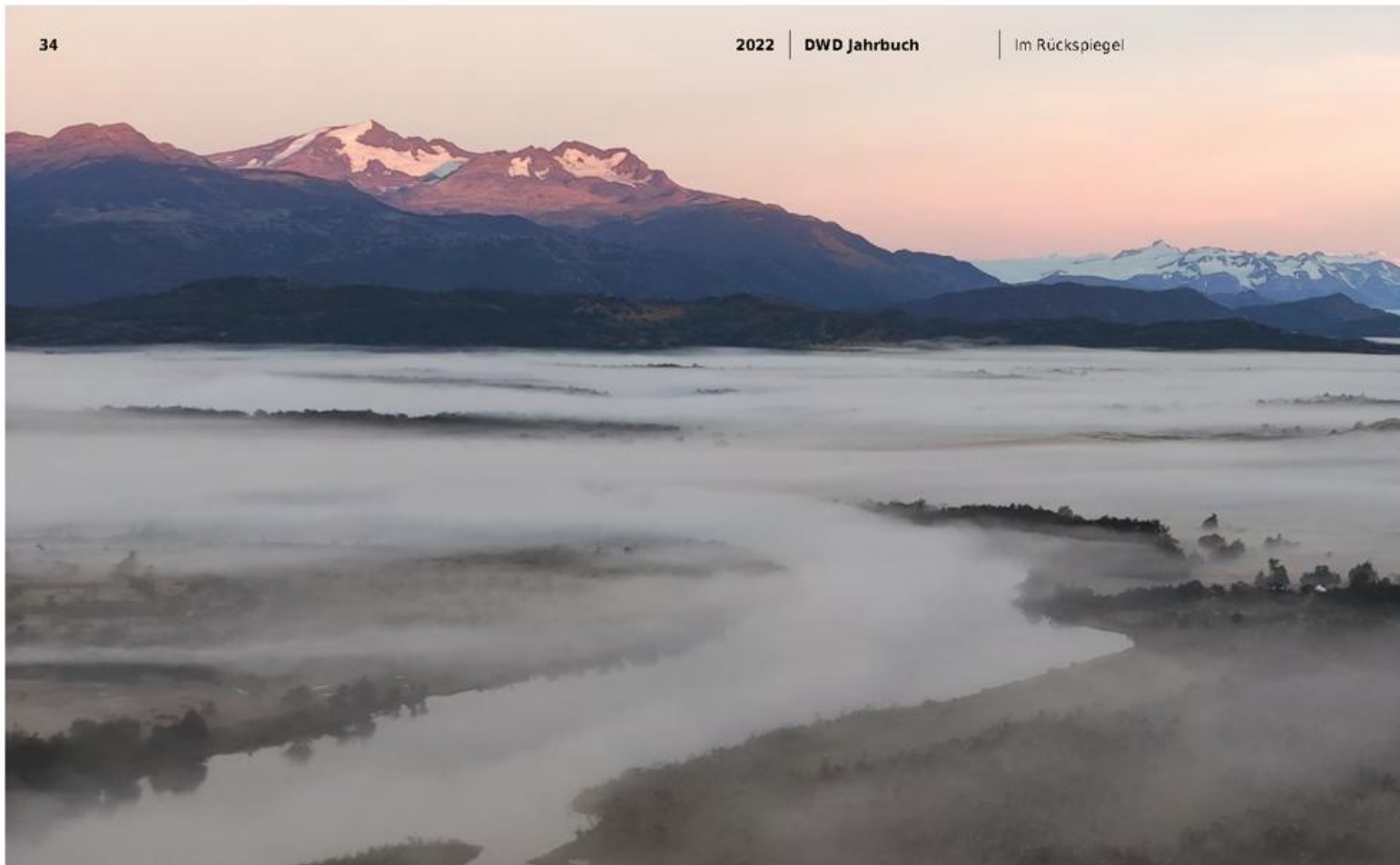
	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C
Januar	2,8 (-0,5)	18,2 am 4. in Rheinfelden	-20,2 am 21. auf der Zugspitze
Februar	4,5 (0,4)	17,3 am 18. in Metzingen	-18,3 am 11. auf der Zugspitze
März	5,1 (3,5)	23,0 am 28. in Regensburg	-16,9 am 4. auf der Zugspitze
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



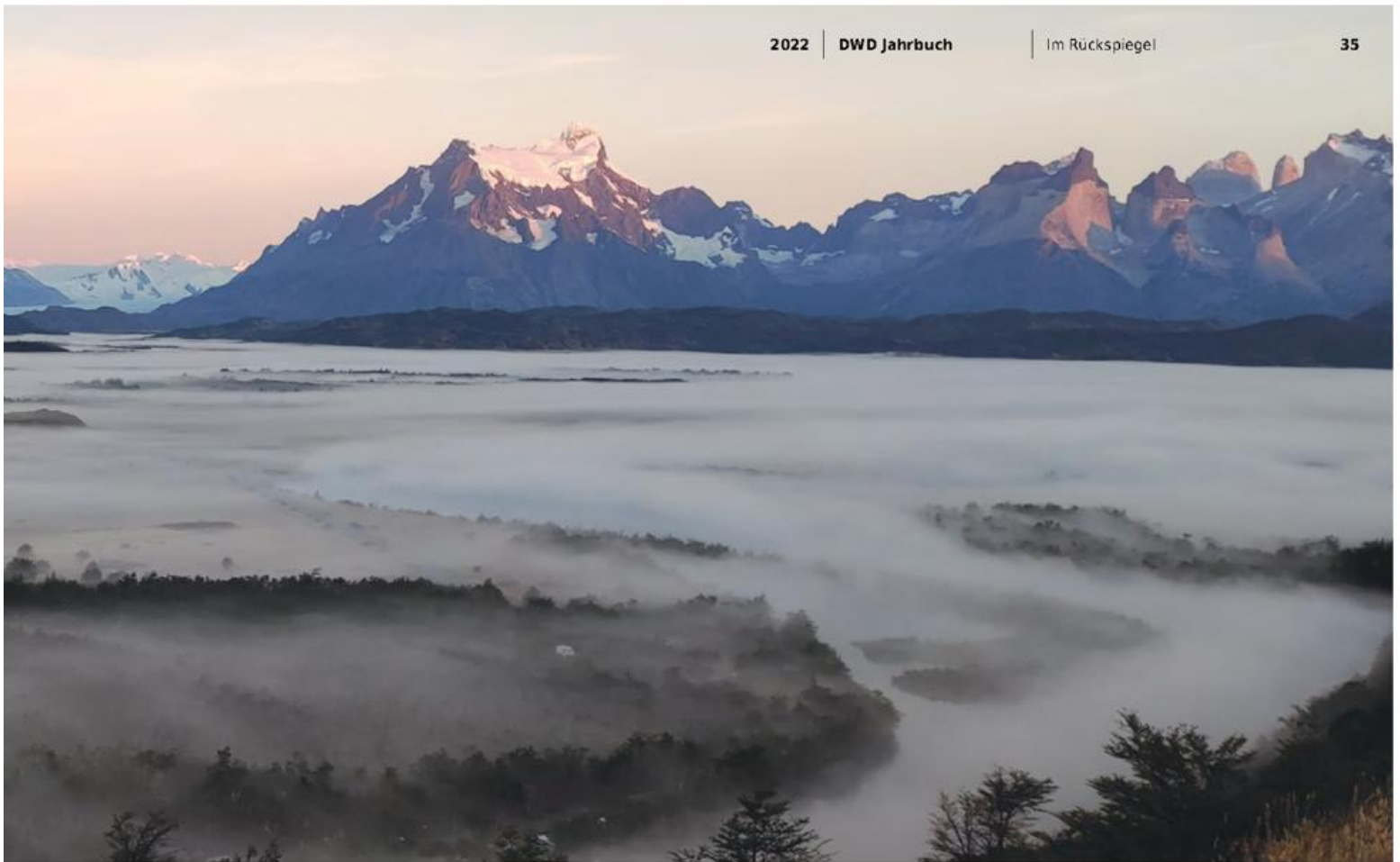


Winter 2022/23: Zusammenarbeit mit der Bundesnetzagentur und den Gasnetzbetreibern

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

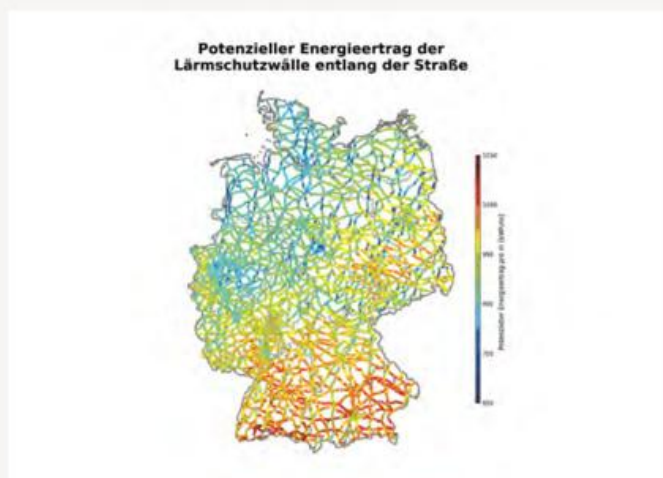
Die Lärmschutzeinrichtungen entlang von Bahnstrecken, Autobahnen und Bundesstraßen sind zusammen rund 5.800 Kilometer lang. Mehr als 1.800 Kilometer Lärmschutzbauwerke finden sich entlang von Eisenbahnlinien¹ und knapp 4.000 Kilometer stehen an Autobahnen und Bundesstraßen². Welche Stromausbeute Photovoltaik-Module 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

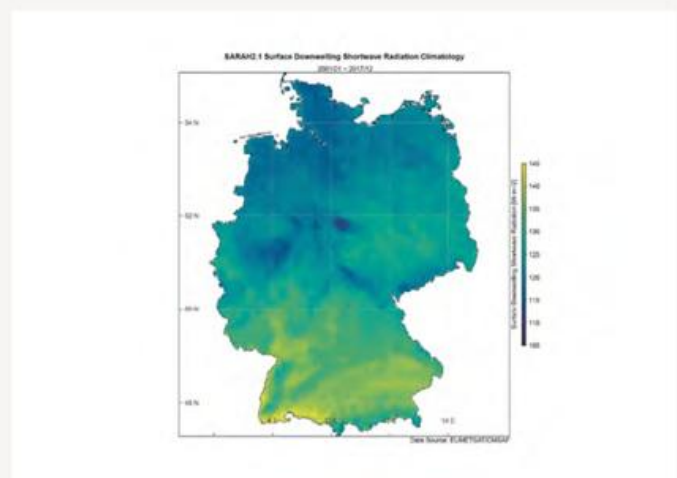
Beispiel der Abschätzung des Ertragspotenzials an Lärmschutzeinrichtungen entlang der Fernstraßen

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

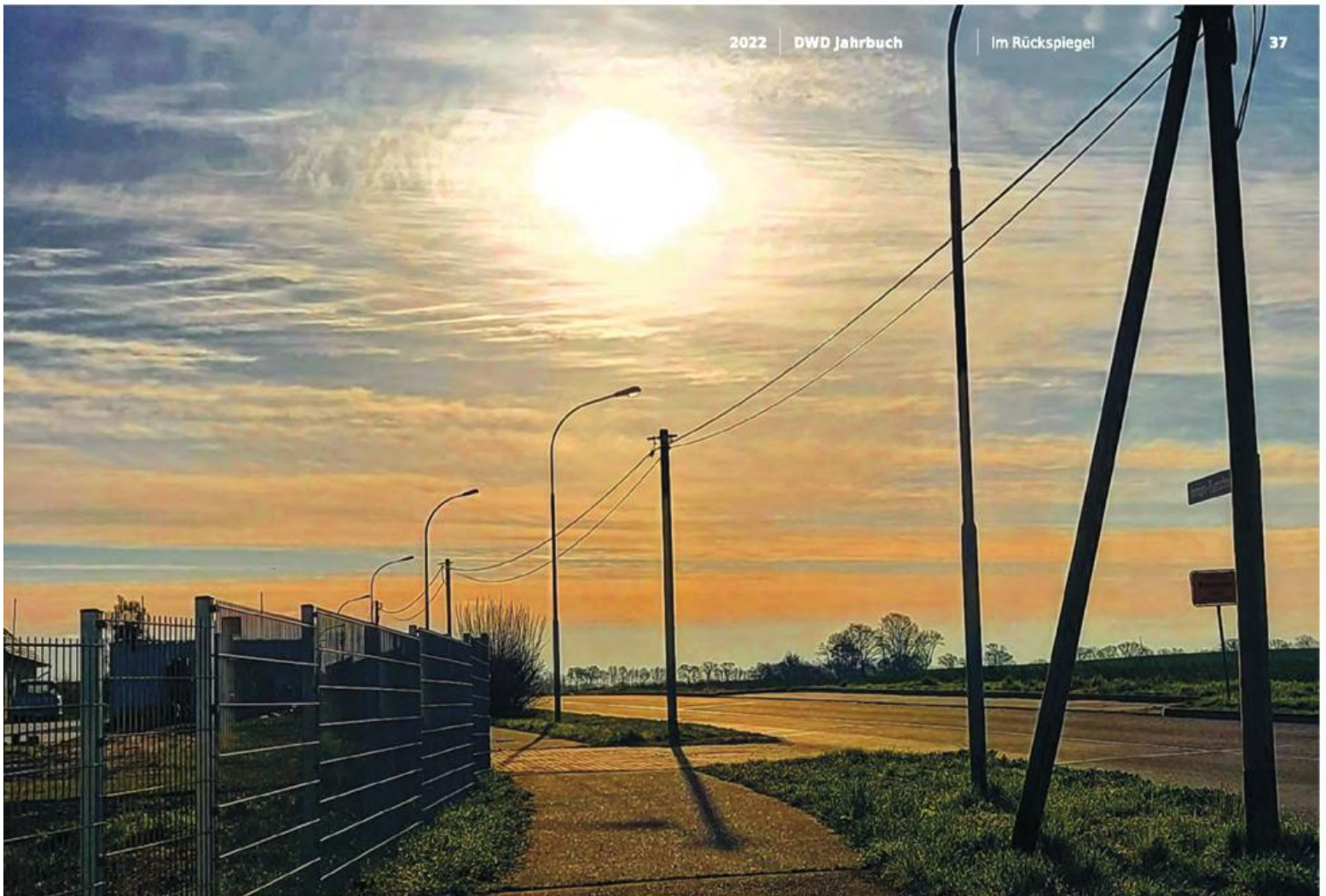


02

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

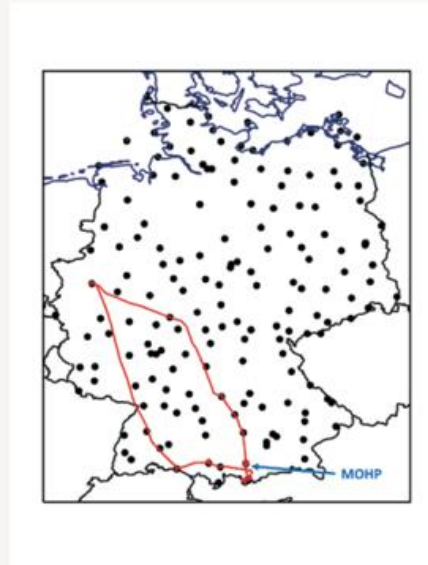
Nach einem Sommergewitter,
aufgenommen in der Sächsischen
Schweiz



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.

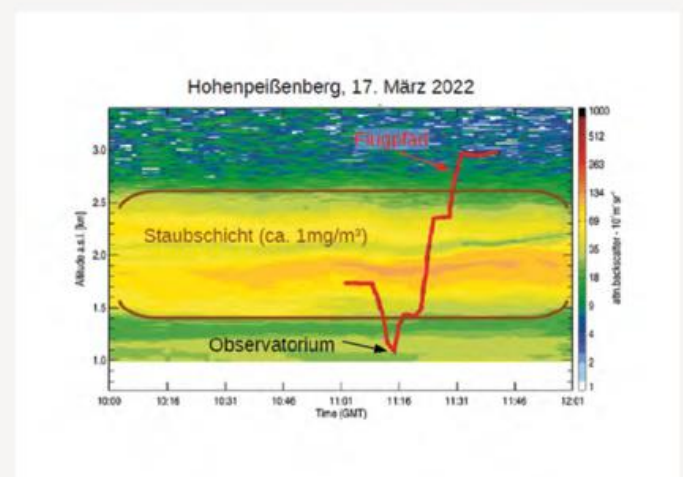
Die gewonnenen Daten werden u. a. auch im Projekt „PermaStrom“ verwendet. „PermaStrom“ hat das Ziel, die Vorhersage der Photovoltaikenergieerzeugung zu präzisieren, indem zum Beispiel die Vorhersage des Auftretens und Transportes von Wüstenstaub verbessert wird. Für Photovoltaikanlagen ist der Saharasaand 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

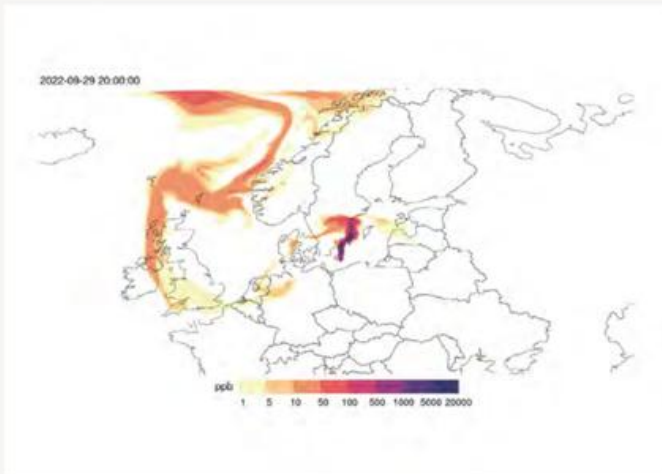
Die Quellen (Freisetzung) und Senken (Aufnahme) von Treibhausgasen in Deutschland sollen zukünftig besser erfasst und überwacht werden. Das ist das Ziel des Integrierten Treibhausgas-Monitoringsystems (ITMS) für Deutschland, das offiziell im Oktober 2022 am Max-Planck-Institut (MPI-BGC) für Biogeochemie 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.

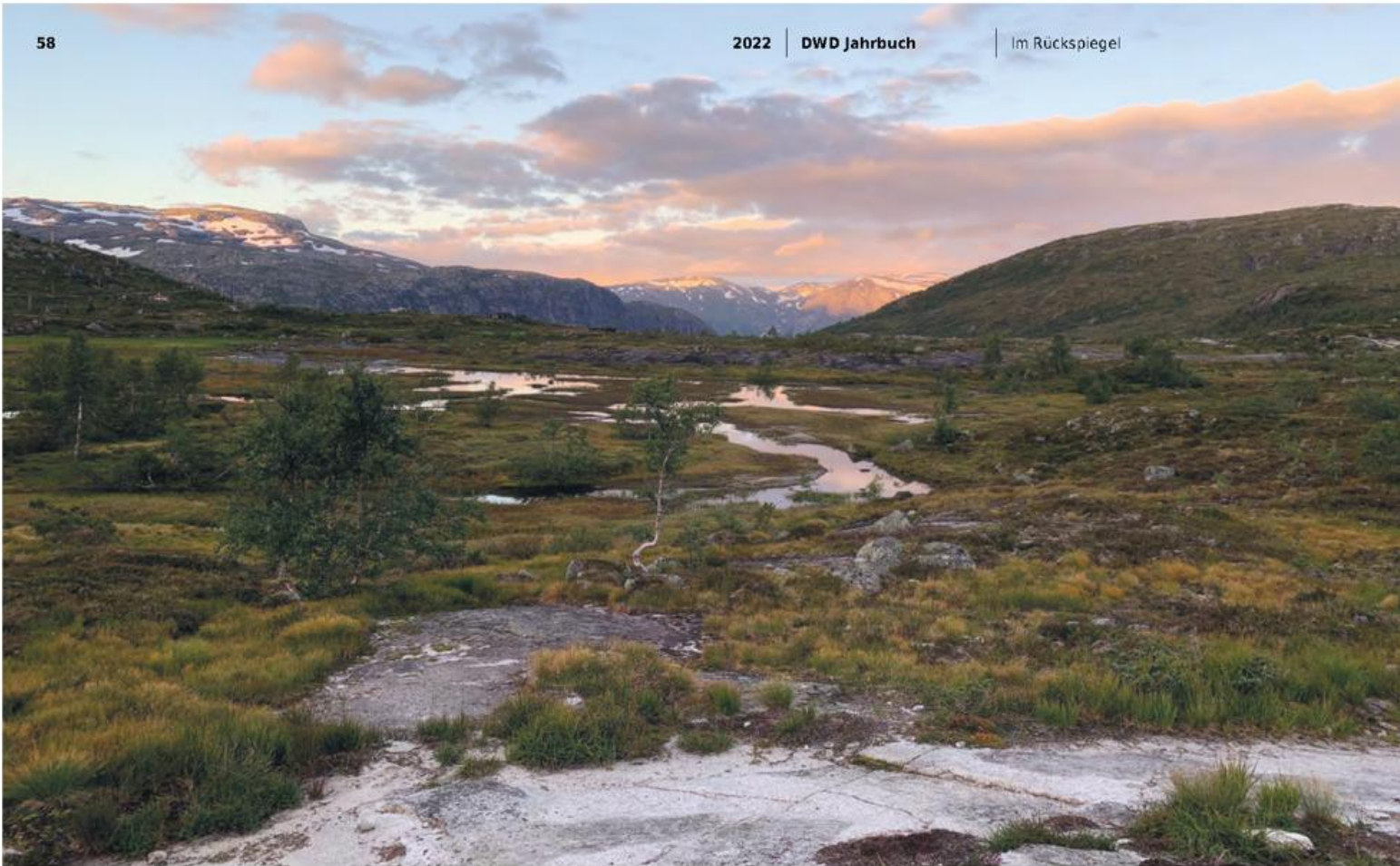
Der neue Supercomputer des EZMW in Bologna ging in den operationellen Betrieb. Die finale Übergabe des Rechenzentrums erfolgte am 29. April 2022 und der Wechsel des operativen Vorhersagesystems nach Bologna fand am 18. Oktober 2022 erfolgreich statt.

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

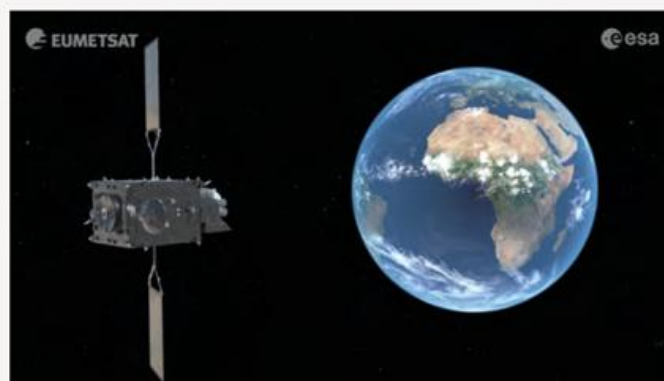
Programme	Voraussichtlicher Satellitenstart
MTG (Meteosat Third Generation)	MTG-I1: erfolgreicher Start am 14. Dezember 2022
	MTG-S1: Q1 2024
EPS-SG (EUMETSAT-Polar System Second Generation)	Metop-SG A1: Q1 2024
	Metop-SG B1: Q1 2025

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?

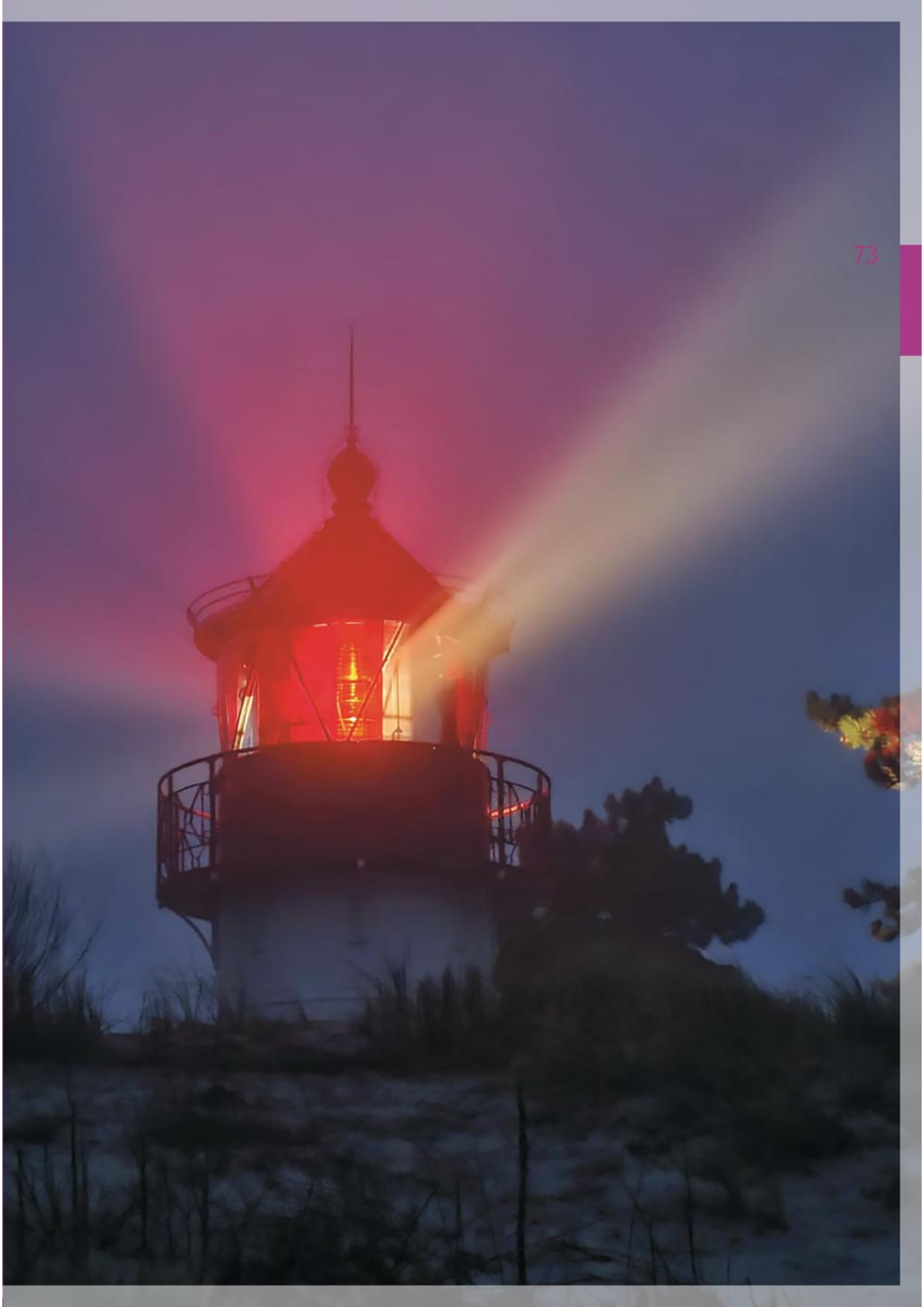
Dr. Volker Wissing:

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
Leuchfeuer 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 Witerradarstandorte 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

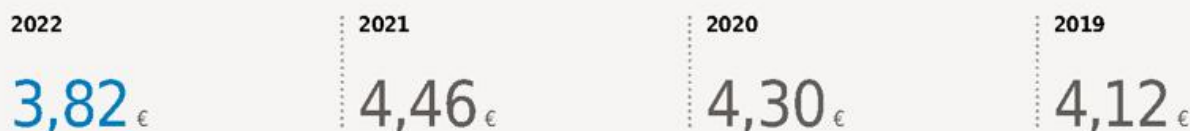
hoheitliche oder gesetzlich vorgegebene Aufgaben wie Wettervorhersagen, Unwetterwarnungen und die Klimaüberwachung aus. Die Hauptgründe für den geringeren Steuermittelbedarf sind die insgesamt um rund 20,9 Millionen Euro gesunkenen Zuschüsse an internationale Organisationen (für EUMETSAT ca. 15,6 Millionen 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 bei den 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.

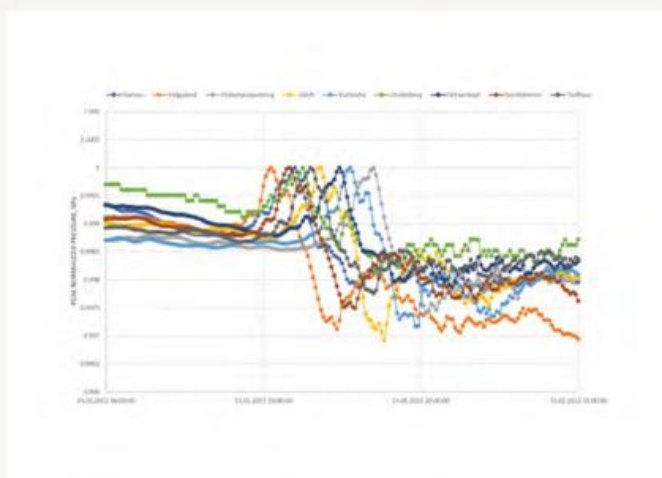


Abb. 1

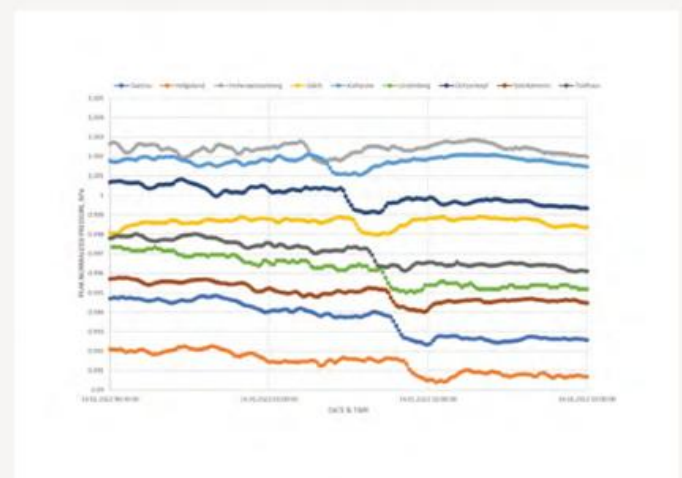


Abb. 2

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 Gebäude des DWD



02
 Seit 2008 die vom DWD betriebene WMO-Wetter-App

03
 WMO-Wetter-App



04
 Prof. Dr. Gerhard Adam

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-Wetter-App

2019 Wahl des DWD-Präsidenten Prof. Dr. Gerhard Adam 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 1990. Blaue Farbe bedeutet dabei zu kalt, rote Farbe zu warm.



06
 Hauptgebäude der ehemaligen Zentrale des DWD in Offenbach

07
 2008-Gebäude des DWD



08
 16. Meteorologische Observatorien (abgegeben) sind seit dem 1. Januar der Jahre 2000 in Betrieb

09
 Seit 2011 monatlich der DWD die Referenzperiode der Temperatur



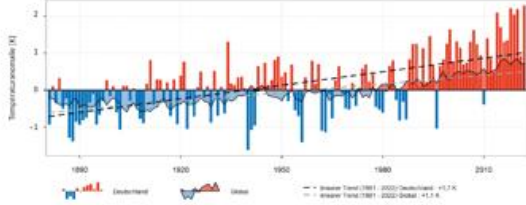
10
 Monatliche Temperatur



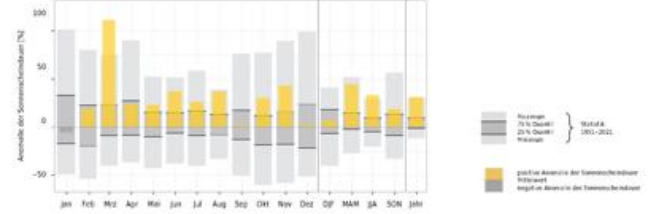
Temperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag in Deutschland 2022

Das sonnenscheinreichste und gemeinsam mit 2018 wärmste Jahr

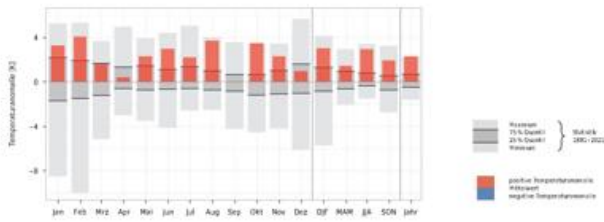
Anomalie der Temperatur Deutschland/Global
 1881-2022, Referenzzeitraum 1961-1990



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

