

19



Jahrbuch 2019 des Deutschen Wetterdienstes





Die Referenz für Meteorologie heißt Deutscher Wetterdienst

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

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

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



Steckbrief DWD-Radarturm Memmingen

Bauzeit

August 2009 bis April 2010

Baukosten

ca. 1,5 Millionen Euro

Operationell in Betrieb

seit 3. April 2013

Turmhöhe ohne Radom über Grund

55 Meter

Turmhöhe mit Radom

60,20 Meter

Fundamentdurchmesser

14,00 Meter

Schaftdurchmesser

5,20 Meter

Durchmesser Betriebsraum

9,90 Meter

Durchmesser Radom

6 Meter

Stufen

313

unten

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

Fotostrecke Jahrbuch 2019

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

Inhalt

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

Vorwort

rechts

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

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

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

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



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

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

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

Ihr

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

Gerhard Adrian

Auftakt

rechts

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





Der Radarverbund in Deutschland – es gibt nur einen

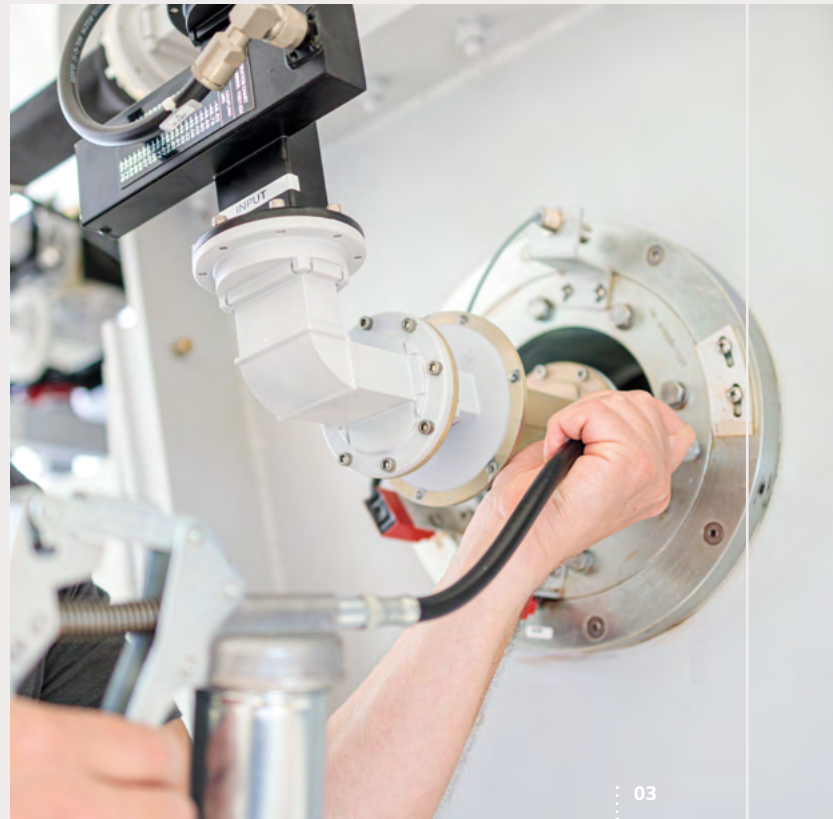
Regenschirm mitnehmen, ja oder nein? Meist geht dann der Blick auf das sogenannte Regenradar einer Wetter-App. Doch woher kommen die Daten dieses Regenradars?

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

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



02



03

So funktioniert's

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

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

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

01

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

02+03

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

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

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

So wird's genutzt

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

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

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

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



01



02

So war's und so wird's

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

Fotostrecke Jahrbuch 2019

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

01+02

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

03

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



Wetter und Klima 2019

rechts

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



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

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

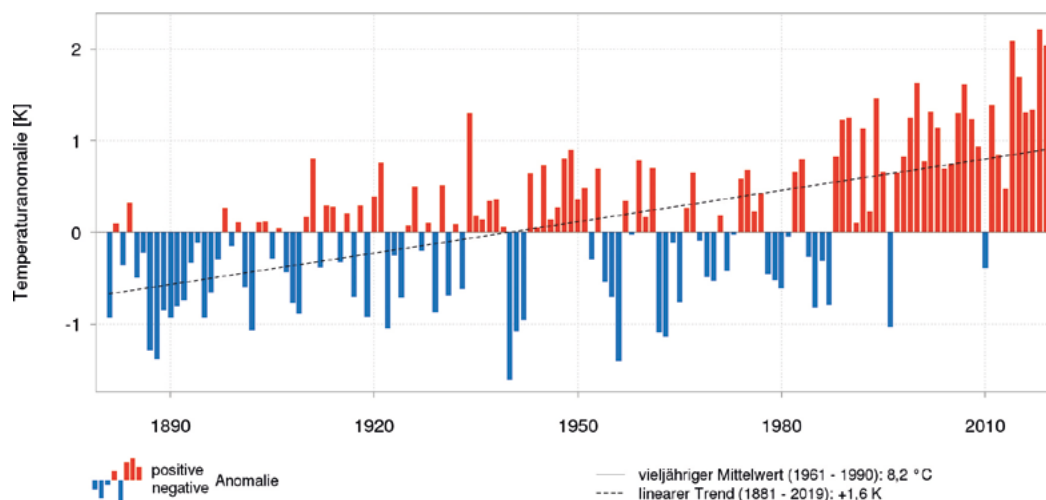
Der lineare Trend über den Zeitraum 1881 bis 2019 beträgt +1,6 K. Neun der zehn wärmsten Jahre in Deutschland lagen innerhalb der letzten 20 Jahre. Während der letzten 32 Jahre traten nur zwei unterdurchschnittlich warme Jahre auf (bezogen auf den international

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

Abb. 1

Temperaturanomalie

Deutschland Jahr, 1881 - 2019, Referenzzeitraum 1961 - 1990



Temperatur im Jahresverlauf

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

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

Langfristige Entwicklung der Temperatur bis 2019

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

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

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

Abb. 2

Sommertage
Deutschland Jahr, 1851 - 2019

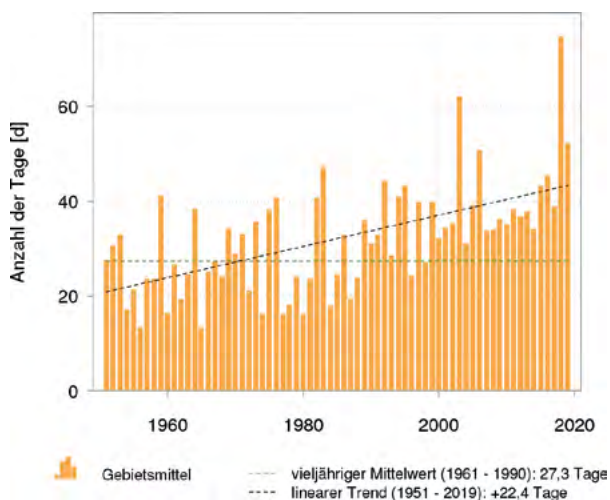
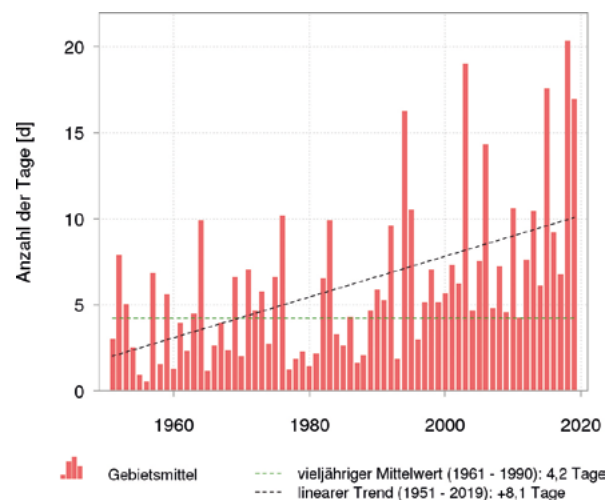


Abb. 3

Heiße Tage
Deutschland Jahr, 1851 - 2019



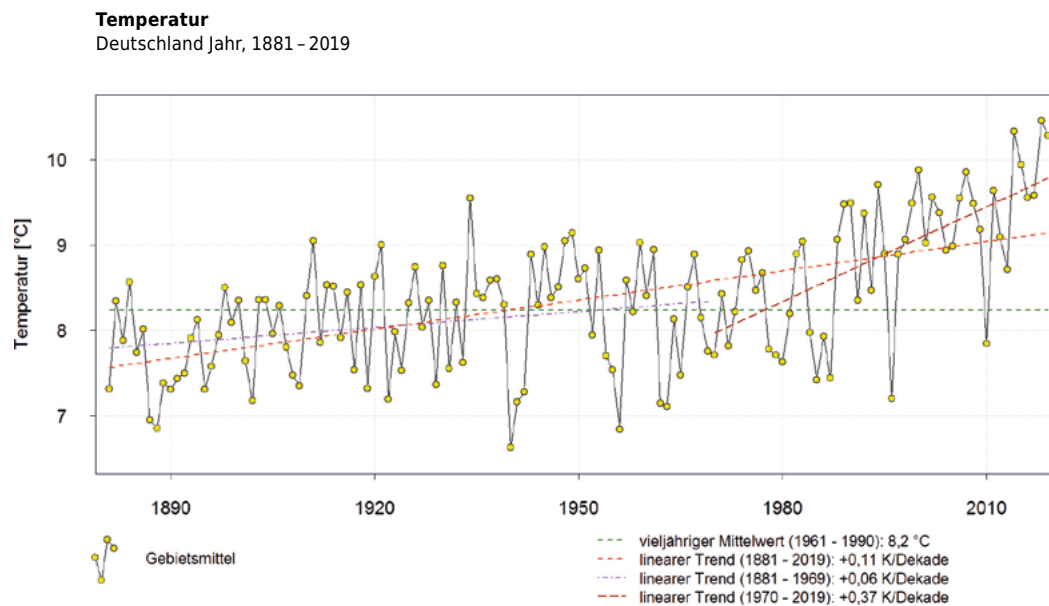
Bei genauerer Betrachtung der Daten ist eine Verstärkung des Temperaturanstiegs in den letzten Jahrzehnten erkennbar.

Zur Verdeutlichung zeigt Abb. 4 eine Trendberechnung für zwei Abschnitte der Zeitreihe. Um die Erwärmung während der letzten Jahrzehnte zu betrachten, wurden der Trend für die letzten 50 Jahre (1970 bis 2019) und separat der Trend für den davorliegenden Zeitraum berechnet (1881 bis 1969). Die Trendlinien für beide Zeiträume sind in der Abbildung enthalten. Für den Zeitraum 1970 bis 2019 beträgt die Erwärmungsrate 0,37 K pro Jahrzehnt, wohingegen sie im Zeitraum 1881 bis 1969 nur 0,06 K pro Jahrzehnt betrug. Über den kompletten Zeitraum berechnet (1881 bis 2019) ergibt sich 0,11 K pro Jahrzehnt.

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

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

Abb. 4



Zu Berechnungsverfahren und Datengrundlage

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

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

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

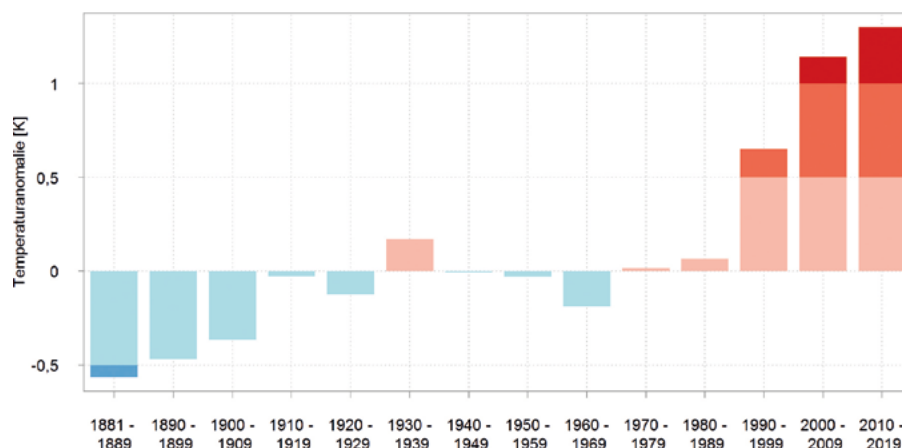
Bei der Auswahl der Standorte für Stationen wird darauf geachtet, dass eine gute Verteilung der Stationen über verschiedene Naturräume und Höhenlagen innerhalb Deutschlands erfolgt. Oft ist es schwierig an den gleichen Stationsstandorten über lange Perioden die Beobachtungen durchzuführen, z. B. wenn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

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

www.dwd.de/zeitreihen

Abb. 5

Temperaturanomalie der 10-Jahresperioden
Deutschland, Referenzzeitraum 1961 - 1990



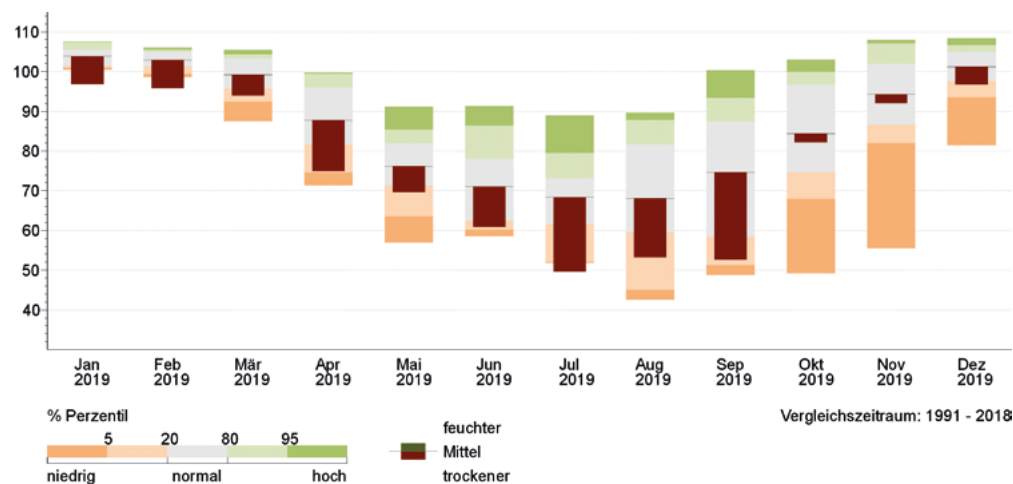
Das zweite Trockenjahr in Folge - 2019 aus agrarmeteorologischer Sicht

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

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

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

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



Trotz eher feuchtem Winter trockene Böden

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

links

Monatsmittelwerte
2019 der Bodenfeuchte
in Deutschland

rechts

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

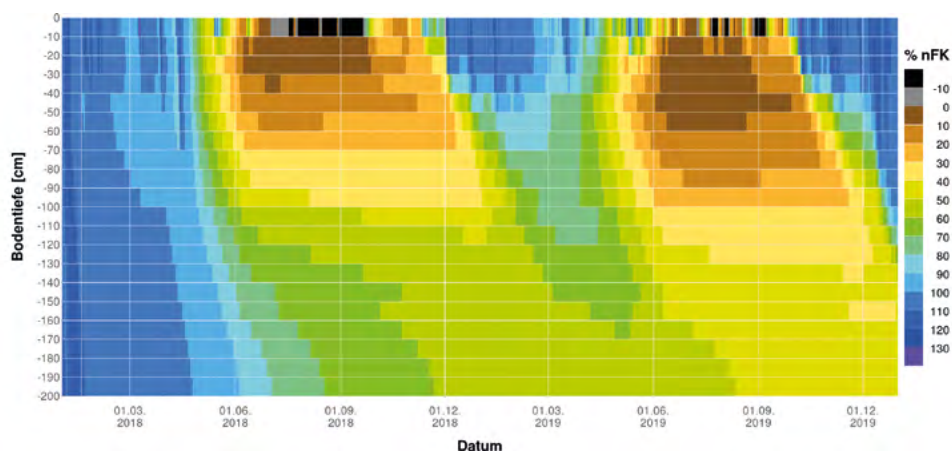
Frühling: Böden ähnlich trocken wie 2018

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

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

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

Berechnetes Bodenfeuchteprofil (Winterweizen)
Frankfurt (Flughafen)



Nutzbare Feldkapazität

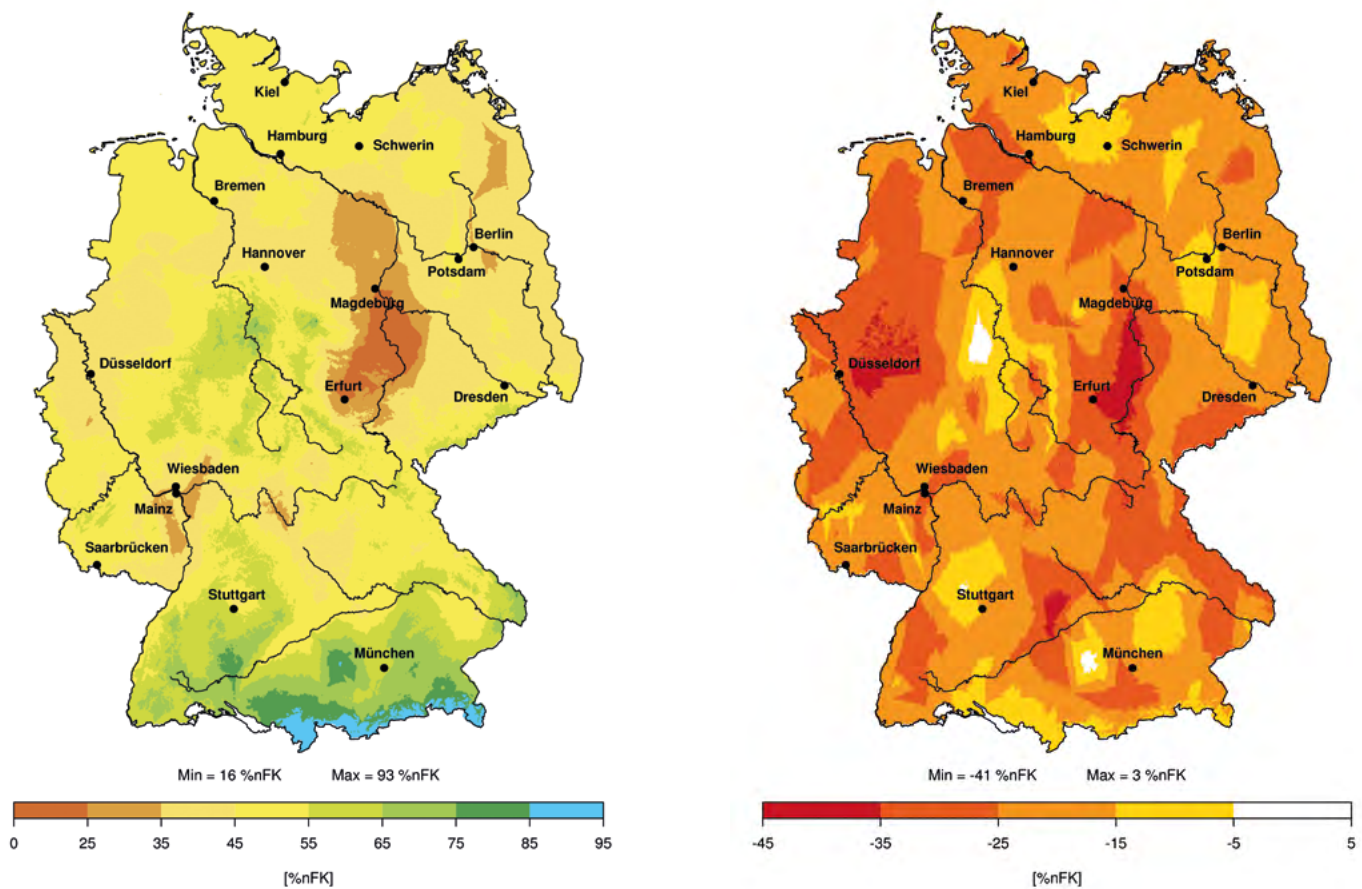
Die Feldkapazität (FK) ist die Wassermenge, die ein wassergesättigter Boden gegen die Schwerkraft halten kann. Dieser Grenzwert stellt sich in der Regel zwei bis drei Tage nach völliger Wassersättigung ein, wenn das überschüssige Wasser in den Untergrund versickert ist. Da Pflanzen nicht das gesamte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

Sommer: Niederschlagsmangel und zeitweise extreme Hitze

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

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

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



links

Absolute Bodenfeuchte
im besonders (boden-)
trockenen Juli 2019

rechts

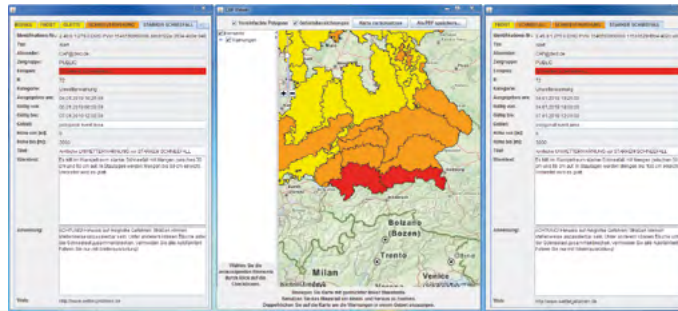
Absolute Bodenfeuchte
und die Abweichung
im besonders (boden-)
trockenen Juli 2019

Deutliche Verbesserung der Bodenfeuchtesituation im Herbst

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

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

01

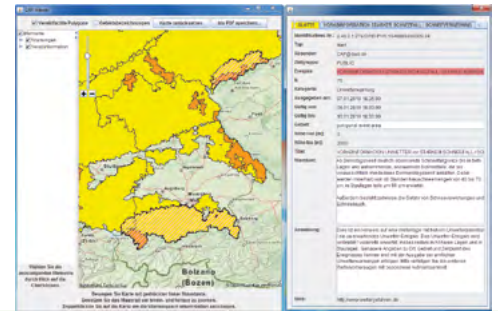


01

Warnstatus vom 04.01.2019, mittags für den westlichen Alpenrand (links) und die Region Werdenfeller Land bis Berchtesgadener Land (Mitte)

sowie Warnpolygone vom 04.01.2019, mittags für Schneefall und Schneeverwehungen (rechts), dabei Unwetterwarnungen in roter Farbe

02



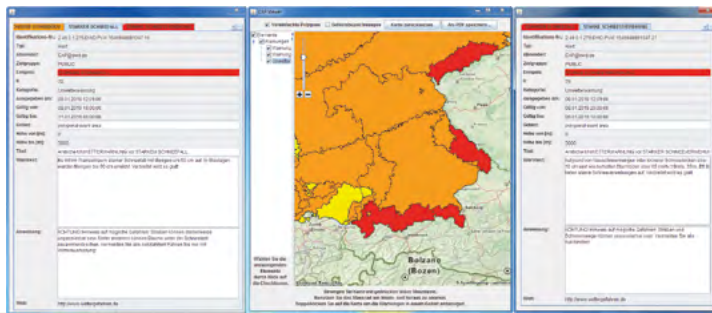
02

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

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

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

03



03
Warnstatus (links) und Unwetterwarnungen (rot) vor starkem Schneefall (rechts) vom 08.01.2019, mittags

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

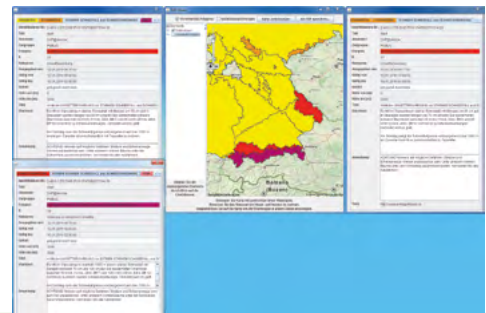
04
Warnstatus vom 12.01.2019, vormittags mit Unwetterwarnung vor starkem Schneefall und Schneeverwehungen (links) sowie Warnpolygone Unwetter (rot) und extremes Unwetter (violett, rechts)

Einfluss des Klimawandels auf Stark- und Dauerschneefall

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

¹⁺² Textnachweise siehe Seite 71

04



Wetterlage

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



01



02

Erste Phase: 4. bis 7. Januar

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

Zweite Phase: 8. bis 11. Januar

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

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

Dritte Phase: 12. bis 15. Januar

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



01 - 04

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

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

Warnmanagement

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

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

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

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

Situation in Europa

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

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

Außergewöhnliche Hitzewelle

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

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

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

Tabelle

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

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

Rekordwerte in Deutschland

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

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

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

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

Auch in anderen Ländern im westlichen Europa Temperaturrekorde

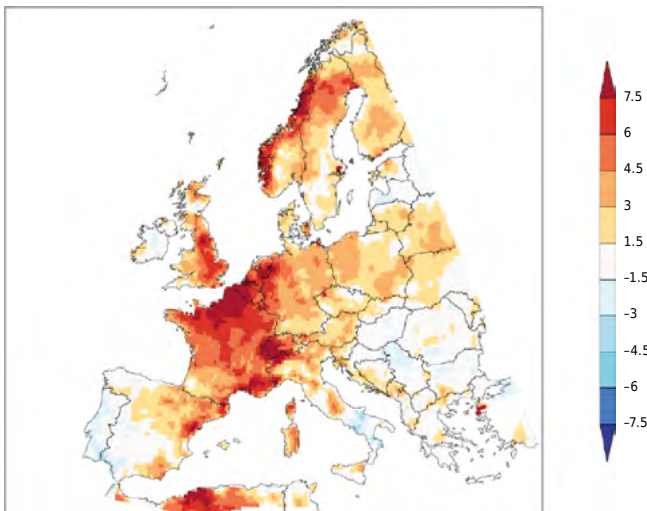
Neue nationale Hitzerekorde gab es auch in Großbritannien, in den Niederlanden, Belgien und Luxemburg. In Großbritannien wurde ein neuer Allzeit-Rekord von 38,7 °C in Cambridge Botanic Garden verzeichnet, in den Niederlanden von 40,7 °C in Gilze-Rijen, in Luxemburg von 40,8 °C in Steinsel, in Belgien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

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

Klimatologische Einordnung

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

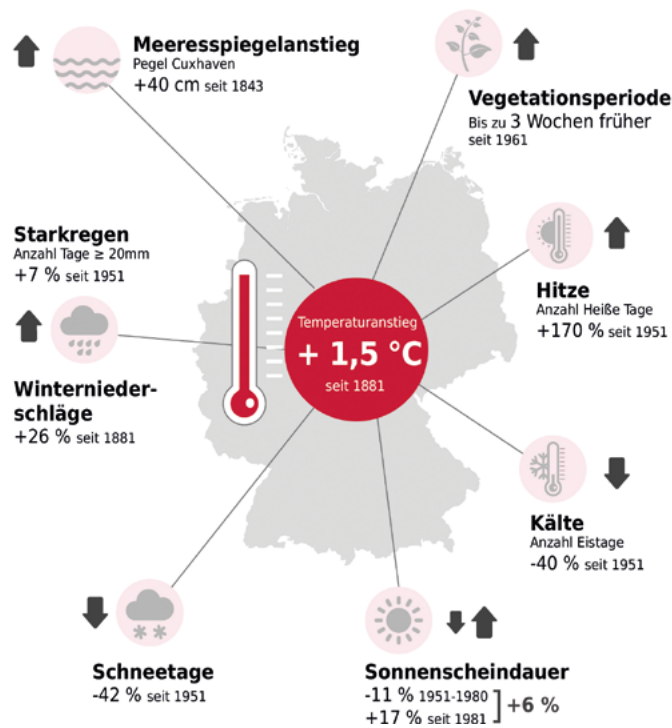
Die Abweichung der deutschlandweiten Julitemperaturen 2019 von der internationalen Referenzperiode 1961 bis 1990 beträgt 2 Grad und zur Vergleichsperiode 1981 bis 2010 0,9 Grad. Nachdem der Juni 2019 der wärmste Juni im Deutschlandmittel war, gehört der Juli 2019 trotz der Hitzewelle im letzten Monatsdrittel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



links

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

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

**links**

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

Deutschland im Klimawandel

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

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

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

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

Deutschlandwetter 2019

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

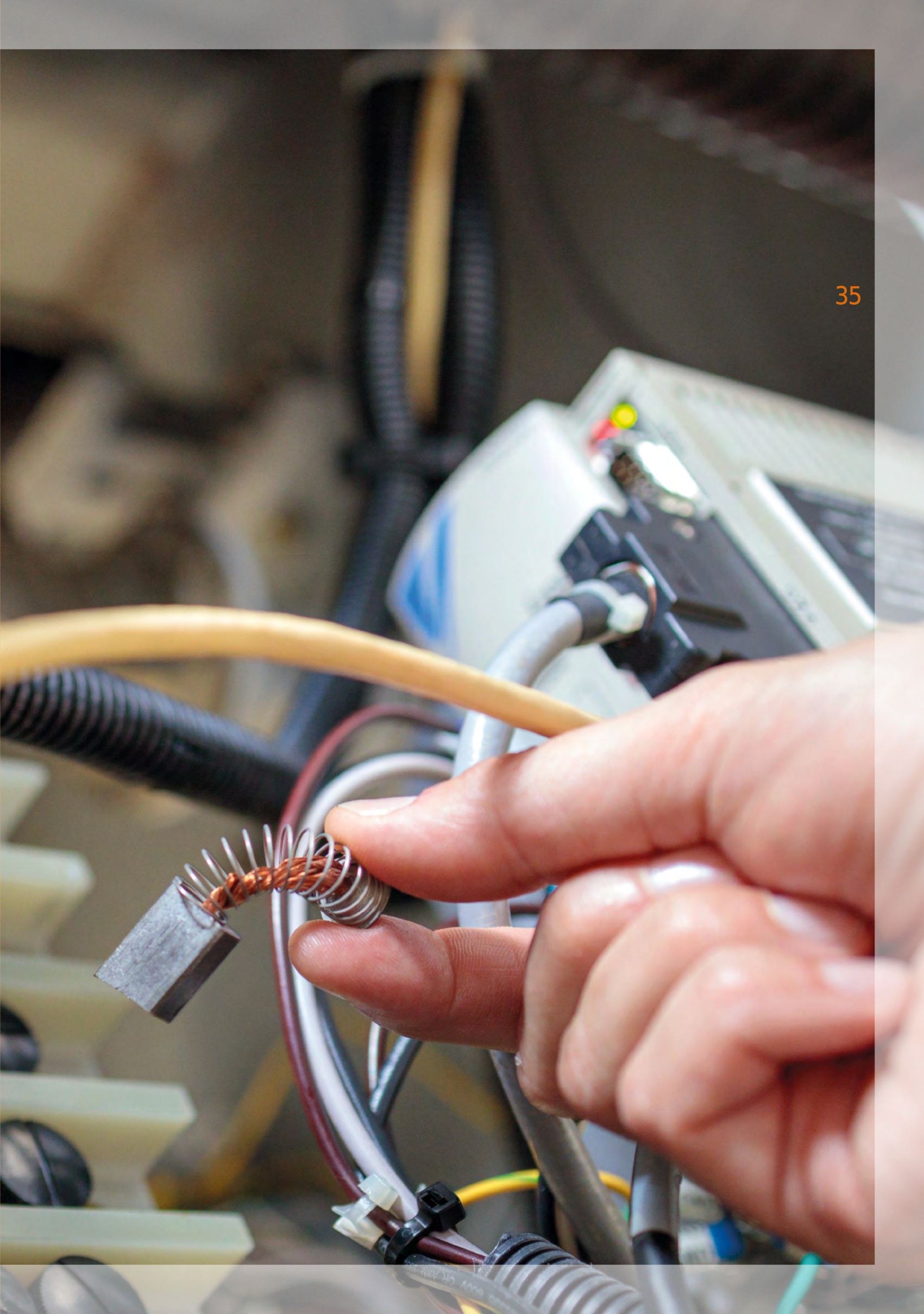
In Klammern wird der vieljährige Mittelwert entsprechend dem international vereinbarten Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 angegeben.

	Niederschlag in l/m²	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt
	81,8 (60,8)	44,0 (43,6)	Extreme Dauerschneefälle zu Monatsbeginn im Alpenraum
	29,9 (49,4)	128,9 (71,5)	Sonnenscheinreichster Februarmonat seit Beobachtungsbeginn 1951, sehr trocken
	74,7 (56,5)	113,2 (111,2)	Erste Monatshälfte sehr mild und Durchzug mehrerer Sturmtiefs (Bennet, Eberhard)
	29,4 (58,2)	227,9 (153,7)	13. Monat in Folge mit positiver Temperaturanomalie
	78,6 (71,1)	179,6 (201,6)	Mal wieder ein Monat, der kälter ist als das vieljährige Mittel der Jahre 1961 bis 1990
	55,6 (84,6)	308,1 (203,3)	Wärmster Junimonat seit Beobachtungsbeginn 1881, am Monatsende erste extreme Hitzewelle
	56,0 (77,6)	232,4 (210,7)	Intensive mehrtätige Hitzeperiode zum Monatsende mit neuem Temperaturrekord für Deutschland, an drei aufeinander folgenden Tagen wurden in Deutschland Temperaturen von mehr als 40 °C beobachtet
	63,0 (77,2)	226,9 (199,5)	Nach wechselhaftem Monatsbeginn spätsommerliche Hitzeperiode im letzten Monatsdrittel
	64,5 (61,1)	162,8 (149,6)	Im letzten Monatsdrittel Niederschläge, die die sehr trockene über die Sommermonate andauernde Phase beendete
	83,8 (55,8)	107,6 (108,5)	In der Monatsmitte noch Sommertage an vielen Stationen, Monat endet mit einem deutlichen Niederschlagsüberschuss
	58,9 (66,3)	43,8 (52,8)	Ruhiger Herbstmonat mit viel Nebel und Hochnebel
	58,8 (70,2)	59,0 (38,0)	Sehr milder Monat mit kaum winterlichen Phasen
	215,8 (180,7)	198,1 (152,9)	Sehr wechselhafter und milder Winter mit viel Sonnenschein und Regen, im Bergland teils enorme Schneemengen
	182,7 (185,9)	520,7 (466,6)	Nach zwei sehr milden Frühlingsmonaten (März, April) folgte ein kühler Mai
	174,6 (239,4)	767,4 (613,5)	Zwei extreme Hitzewellen Ende Juni und Ende Juli brachten viele neue Temperaturrekorde
	207,2 (183,3)	314,3 (310,9)	Zu milder Herbst mit einem Niederschlagsüberschuss, der im Wesentlichen im Oktober fiel
	735,0 (788,9)	1.834,2 (1.544,0)	Zusammen mit 2014 zweitwärmstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1881, fünftsonnenscheinreichstes Jahr seit Beobachtungsbeginn 1951

Im Rückspiegel

rechts

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





links

Das neue

WMO-Präsidium (v.l.):

Dr. Albert Martis,

Prof. Celeste Saulo,

Prof. Dr. Gerhard Adrian

und Dr. Agnes Kijazi

nach der erfolgreichen

Wahl

Weltorganisation für Meteorologie (WMO): Erneuerung und deutsche Präsidentschaft

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

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

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

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

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

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

Ist der Klimawandel Schuld an mehr extremen Wetterereignissen?

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

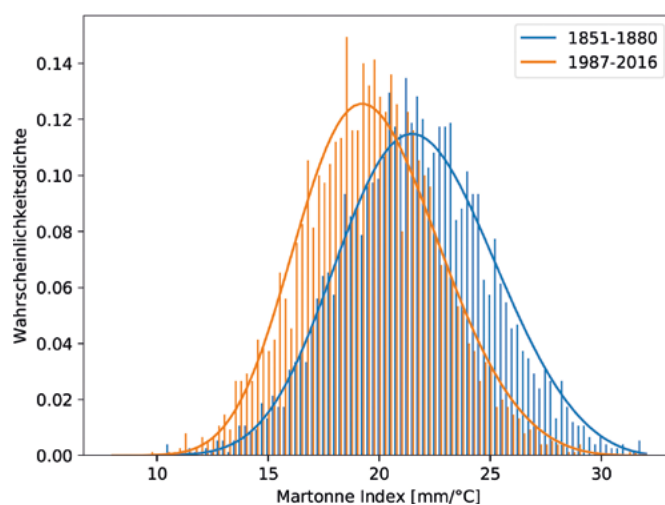
Erstmals beteiligte sich der Deutsche Wetterdienst im Sommer 2019 an einer solchen Studie, in der eine Forschergruppe gemeinsam mit der Einrichtung World Weather Attribution (WWA) die Hitzewelle Ende Juli in Europa unter die Lupe nahm. Das Team bestand aus Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen vom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

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

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

www.dwd.de/attribution

MPI-GE GEV-Fit und Histogramm



links

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

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



links

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

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

Integriertes System für das Monitoring von Treibhausgasen

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

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

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

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

www.dwd.de/icos



01



02

01

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

02

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

Expedition MOSAiC mit Bordwetterwarte des Deutschen Wetterdienstes

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

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

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

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

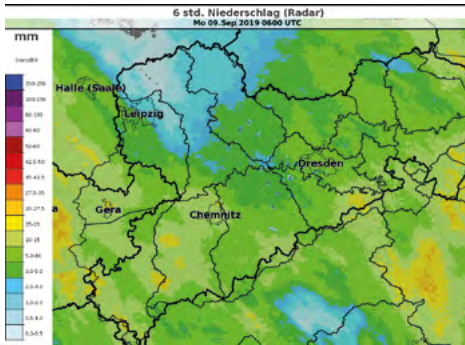
laufende Kommunikationssatelliten mit sehr begrenzter Datenbandbreite übertragen werden. Denn die leistungsfähigen geostationären Kommunikationssatelliten stehen in den hohen Breiten, in denen die Polarstern im Einsatz ist, nicht zur Verfügung. Die Bordwetterwarte erhält zudem über eine eigene Empfangsantenne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

www.dwd.de/mosaic

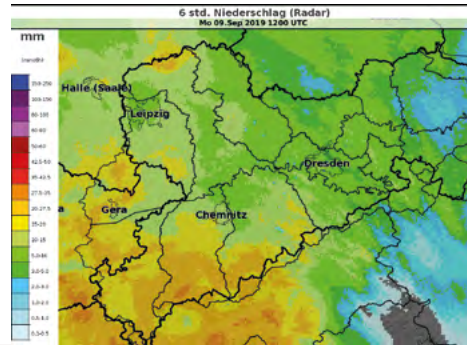
www.mosaic-expedition.org

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

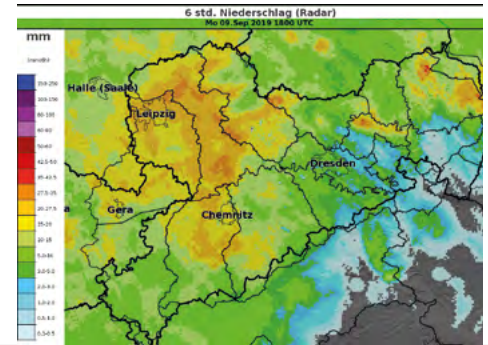
01



02



03



01 - 04

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

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

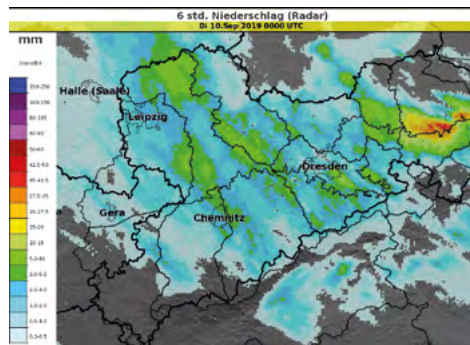
Zusammenarbeit mit den Hochwasserzentralen: maßgeschneiderte Vorhersagen

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

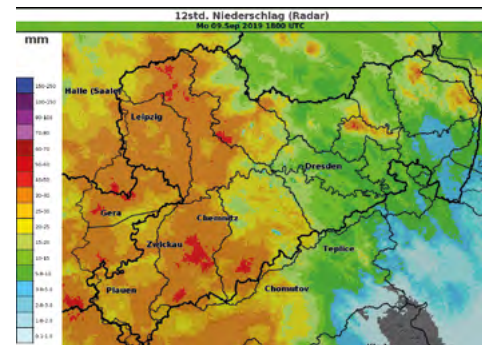
Um Vorhersagen über Zuflüsse und Pegelstände zu berechnen, verwenden Hydrologen unter anderem als Eingangsdaten die Beobachtungen und Vorhersagen des Deutschen Wetterdienstes. Kommt es zu einem Hochwasser, dann sind die Berechnungen zur Höhe und Länge des Hochwasserscheitels entscheidend für alle weiteren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

verbund zur Verfügung. Flächendeckende, räumlich und zeitlich hoch aufgelöste quantitative Niederschlagsdaten für Deutschland liefert das Verfahren RADOLAN (**RADar-OnLine-ANEichung**) des DWD. Zusätzlich erhalten die Hydrologen sämtliche Daten über das **WasserwirtschaftsWetterInformations-System (WaWIS)**. Die Meteorologen des DWD stehen den Hydrologen zudem mit Rat und Tat zur Seite und arbeiten individuelle Prognosen für die einzelnen Flusseinzugsgebiete oder längerfristige Trendvorhersagen heraus.

04



05



05

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

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

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

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



links

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

Luftreinhaltung: das Austauschvermögen der Atmosphäre vorhersagen

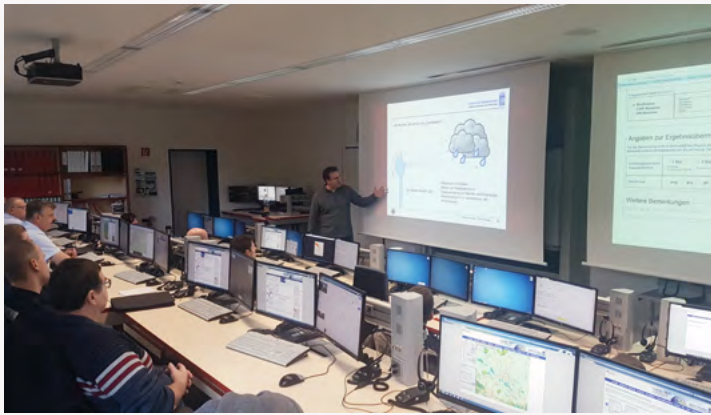
Warme Luft oben, kalte Luft unten, dazwischen eine Inversionsschicht, kein Austausch der Luftschichten – dies sind, verkürzt, die Kennzeichen einer insbesondere in Ballungsräumen gefürchteten Wetterlage, Inversion genannt. Unterhalb der Inversionsschicht können sich in der Luft Schadstoffe anreichern,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

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

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

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

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



Der direkte Draht zum Kunden: Training und Weiterbildung

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

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

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

oben

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

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

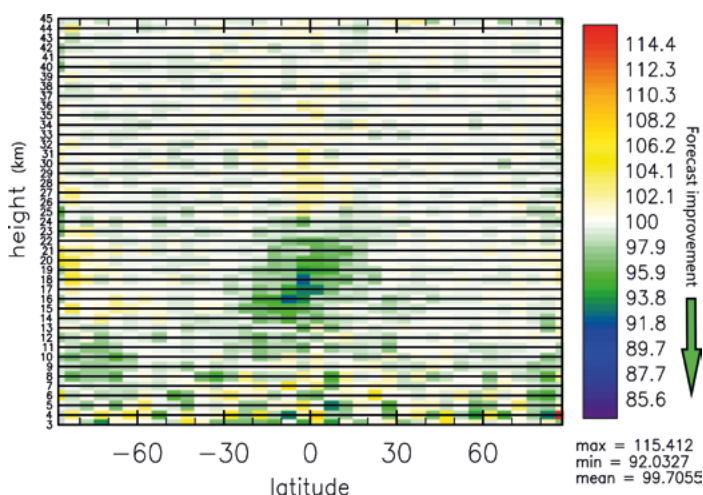
Die Digitalisierung wird in der Zukunft die Schwerpunkte in der Kundenkommunikation verschieben. So leistet der Support zur WarnWetter-App, zu den DWD-Geodiensten und dem Open Data-Angebot bereits jetzt täglich Hilfe für die Anwender. Die steigende Nachfrage zu Seminaren und Erläuterungen zu den DWD-Leistungen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

Nutzung der Aeolus-Wind-Lidar-Messungen beim DWD

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

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

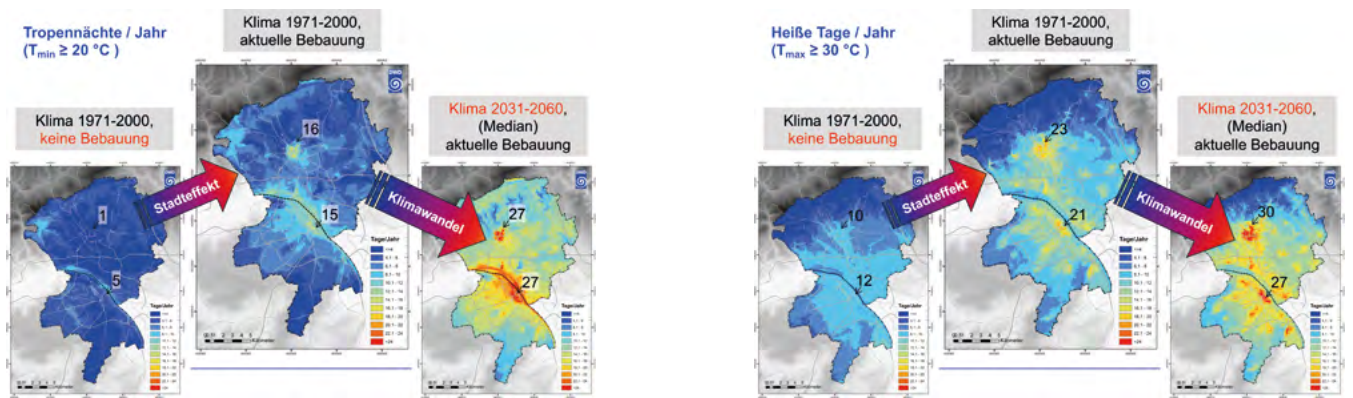
Die deutschen Aktivitäten im Rahmen von Aeolus sind unter der Beteiligung des Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrums (DLR), der Universitäten München und Leipzig und des DWD in dem Projekt „Experimental Validation and Assimilation of Aeolus observation (EVAA)“ zusammengefasst. Umfangreiche Überprüfungen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



links

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

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



Stadtluft wird heiß

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

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

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

links

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

rechts

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

Forschen gemeinsam: DWD und DLR

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

01+02

Radarturm Memmingen:

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

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

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

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



01



02

Entwicklungszusammenarbeit im DWD

Intensivere Zusammenarbeit mit der GIZ:

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

Stärkung der Agrarmeteorologie in Madagaskar

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

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

WMO: Alliance for Hydromet Development und Country Support Initiative

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

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

Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage (EZMW): 40 Jahre Mittelfristprognosen

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

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

www.ecmwf.int

01+02

Radarturm Memmingen:

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

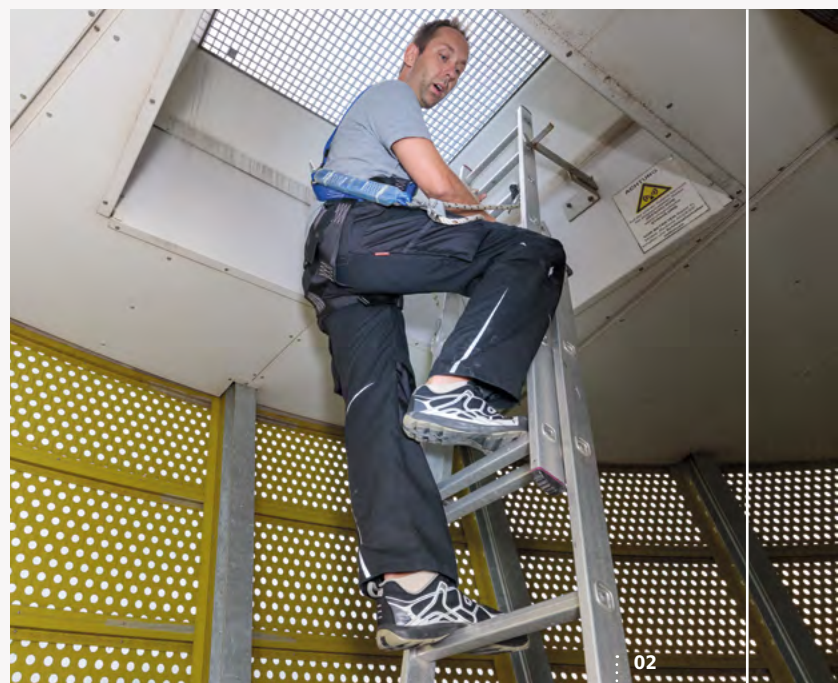
Netzwerk der europäischen Wetterdienste (EUMETNET): Nächste Programmphase

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

www.eumetnet.eu



01



02

EUMETSAT: Nächste Generation von Satellitensystemen

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

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

www.eumetsat.int

Europäische Union: Copernicus und DWD

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

www.d-copernicus.de

Bilaterale Zusammenarbeit

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

Kurz und knapp im neuen Social-Media-Studio

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

unten

Pressesprecher

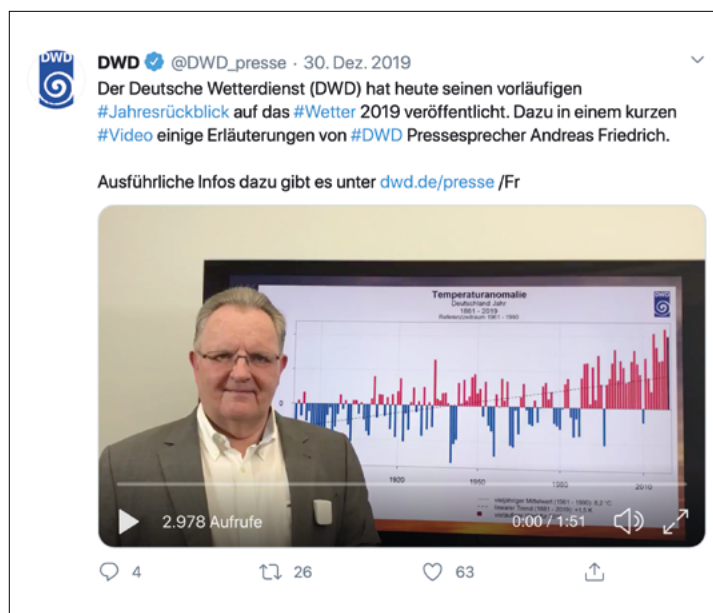
Andreas Friedrich produziert im neuen Social-Media-Studio einen kurzen Clip zum Jahresrückblick 2019.

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

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

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

www.dwd.de/presse





Preis für innovative Partnerschaft

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

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

oben

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

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

Nächster Meilenstein beim Neubau Potsdam: Richtfest

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

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

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

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



links

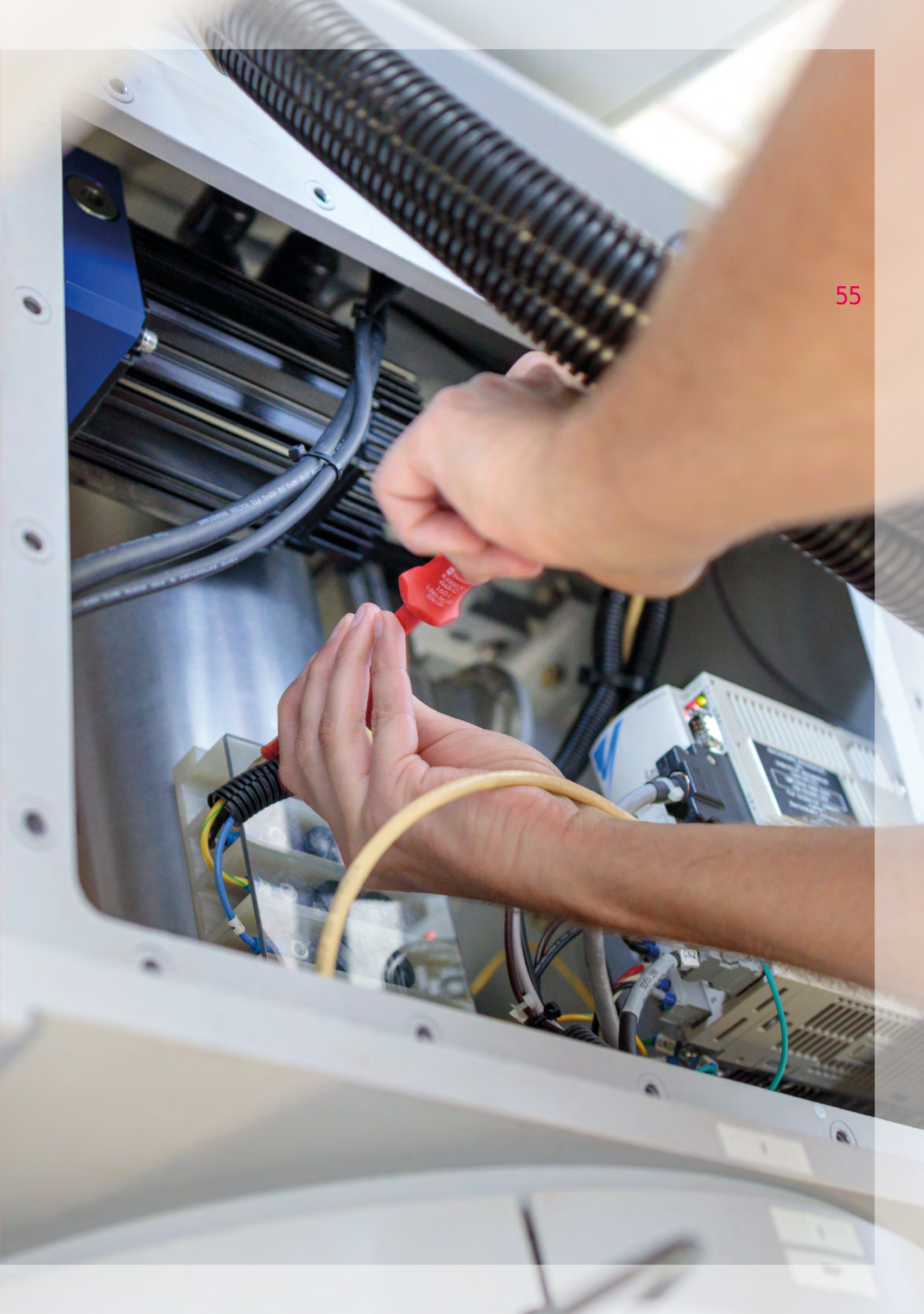
Bei herrlichem Sonnenschein fand Anfang April das Richtfest an der Baustelle zum Neubau der DWD-Niederlassung Potsdam statt. Die Richtkrone schwebt gerade

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

Im Gespräch

rechts

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



„Was jetzt kommen muss, sind Ergebnisse“

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

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



links

Patricia Espinosa Cantellano, Generalsekretärin der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

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

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

Die für Madrid erhofften Ergebnisse haben wir nicht erzielt.

Nun müssen wir unsere Anstrengungen verdoppeln.

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

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

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

DWD:

Kommunizieren Politik und Wissenschaft das Thema Klimawandel adäquat?

Patricia Espinosa Cantellano:

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

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

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

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

DWD:

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

Patricia Espinosa Cantellano:

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

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

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

DWD:

Wir bedanken uns sehr für das Gespräch!

Hinweis

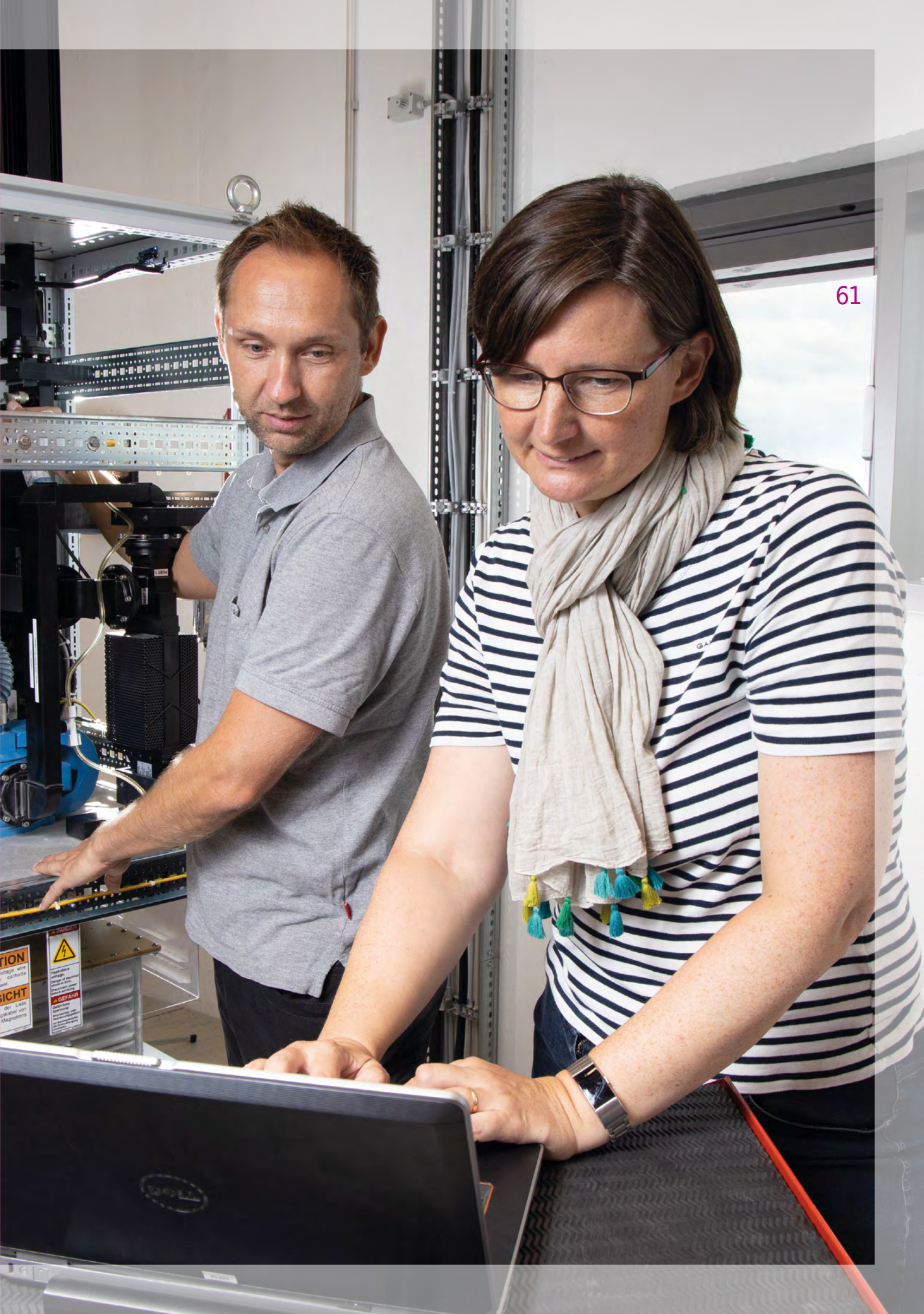
Dieses Interview wurde Anfang 2020 vor dem Ausbruch der Corona-Pandemie geführt.

www.unfccc.int

Finale

rechts

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



Jährliche Arbeitsergebnisse und Leistungen

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

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

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

Rund **34.000** telefonische Beratungen für die Luftfahrt

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

mit rund **380 Millionen** Aufrufen

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

Erstellung von gut **23.000** Produkten zur Klimaüberwachung

Flächenpräsenz

Zentrale in Offenbach am Main

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

5 Standorte mit regionaler Klima- und Umweltberatung

5 Luftfahrtberatungszentralen

3 Agrarmeteorologische Beratungsstellen

182 hauptamtliche Wetterwarten, Flugwetterwarten und Wetterstationen

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

davon **161** automatisierte hauptamtliche Wetterstationen

davon **16** Flugwetterwarten an internationalen Verkehrsflughäfen

1.735 nebenamtliche Wetter- und Niederschlagsstationen

davon melden **834** Online-Stationen halbstündlich

1.082 phänologische Beobachtungsstellen

2 hauptamtliche Bordwetterwarten auf Forschungsschiffen

66 automatische Bordwetterstationen

472 Wettermeldestellen auf Handelsschiffen

5 fest installierte Bojen in Nord- und Ostsee

4 automatische aerologische Stationen auf Schiffen

18 Wetterradarstandorte in Deutschland

2 Meteorologische Observatorien

10 Radiosonden-Stationen mit jährlich rund 7.000 Ballonaufstiegen

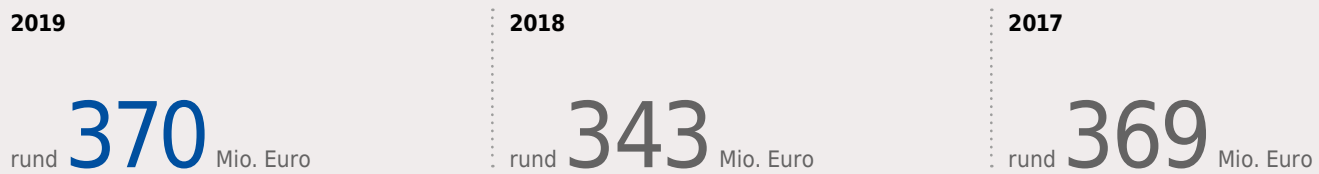
48 Stationen mit Radioaktivitätsmessung

3 Mobile Messeinheiten

7 automatische Klimagas-Messstationen an hohen Türmen

Zahlen zum Haushalt des DWD

Der Gesamtetat des DWD beläuft sich auf:



Damit zahlt jede Bürgerin/jeder Bürger¹:



Die Ausgaben des DWD verteilen sich 2019 wie folgt:



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



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

Zahlen zum Personal des DWD

Anzahl Planstellen:

2019

2.171,0

2018

2.178,5

2017

2.197

Anzahl der Mitarbeitenden²:

2019

2.216

Davon Männer

1.384

Davon Frauen

832

2018

2.248

Davon Männer

1.412

Davon Frauen

836

2017

2.296

Davon Männer

1.442

Davon Frauen

854

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

Und noch ein paar Fakten aus dem DWD-Alltag

Erfassung von **1.300** neuen **Starkregenereignissen** in Deutschland

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

Gut **20.000** mitgeschnittene **Satellitenüberflüge**

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

derzeit knapp **121.000** Stationen weltweit größte globale

Datenbank für direkte **Niederschlagsmessungen**.

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

Rund **37.000** meteorologische **Journalen** lagern im

Seewetteramt des DWD in Hamburg aus der Zeit zwischen 1826 und 1940, gut die Hälfte davon

ist bereits für die Klimaforschung digitalisiert.

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

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

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

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

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

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

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



01



02

01

*Nachbau eines
Lindenberger Schirm-
drachens im Wetter-
museum Lindenberg*

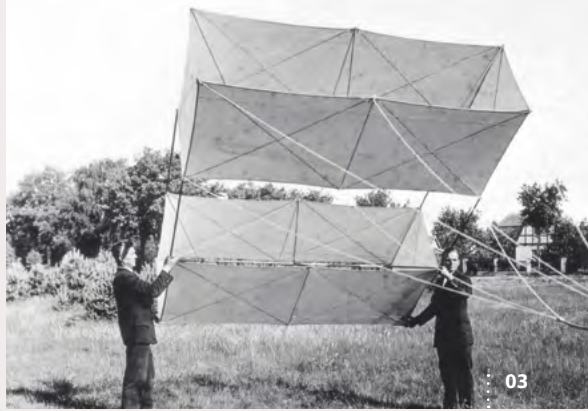
02

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

Zu guter Letzt:

9.750 Meter – bis heute gültiger Drachen-Höhenweltrekord

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



03

Vorbereitung eines
Schirmdrachens zum
Start



04

Drachen über dem
Windenhäuschen in Linden-
berg

Mithilfe von Drachen und Fesselballonen höhere Luftschichten erkunden

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

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

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

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

Täglich vier Wetterballonaufstiege bis in 35 Kilometer Höhe

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

Kontakt, Impressum und Quellen

Kontakt

Deutscher Wetterdienst (DWD)

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

Wetterdiensthotline¹

Telefon (01 80) 2 91 39 13

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

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

Weitere Telefon- und Servicenummern

www.dwd.de/kontakt

Wichtige Links

Klimainformationen

www.dwd.de/klima

Aktuelle Wetterinformationen

www.dwd.de/wetter

WarnWetter-App

www.dwd.de/app

Presseinformationen

www.dwd.de/presse

Newsletter

www.dwd.de/newsletter

Publikationen

www.dwd.de/bibliothek



www.facebook.com/DeutscherWetterdienst



www.twitter.com/dwd_presse



www.youtube.com/DWDderWetterdienst



www.flickr.com/deutscherwetterdienst



www.instagram.com/deutscherwetterdienst



www.pinterest.de/deutscherwetterdienst

Impressum

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst

Konzeption und Redaktion

Gertrud Nöth

DWD

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Gestaltung

Simone Leonhardt, Frankfurt am Main

Druck

Druckereiverbund im BMVI

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

Textnachweise

Seite 25

DWD, 2017: Nationaler Klimareport 2016. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 3. Auflage

https://www.dwd.de/DE/leistungen/nationalerklimateport/download_report_aufgabe-3.html

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

https://www.de-ipcc.de/media/content/AR5-WGI_SPM.pdf

Abbildungen

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

Titel

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



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

ISSN 2629-2084

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

