



## 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 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 sichert die meteorologische Abwicklung der Luft- und Seeschifffahrt und warnt vor meteorologischen Ereignissen, die für die öffentliche Sicherheit und Ordnung gefährlich werden können. Wichtige Aufgaben des DWD sind aber auch Dienstleistungen für den Bund, die Länder und

die Organe der Rechtspflege 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 Gesetz über den Deutschen Wetterdienst vom 10. September 1998.

---

**Vier Mal 50 Jahre**



---

Die Bilder am Beginn eines jeden Kapitels beziehen sich auf vier 50-jährige Jubiläen, die der DWD im Jahr 2016 begehen konnte: Empfang von Wettersatellitendaten, Numerische Wettervorhersage, Ozonsondierung und Hochleistungsrechnen.

**Inhalt****3**

Der Präsident: Ein Wort vorab	4	
Wetter & Klima 2016	5	
Entwicklungen & Ereignisse	18	
Mess- & Beobachtungsnetze	33	
Globale Zusammenarbeit & Internationale Projekte	36	
Zahlen & Fakten	45	
Vorstand & Organisation	50	
Kontakt & Impressum	56	

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

herzlich Willkommen zum Jahresbericht 2016 des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

Das vergangene Jahr gehört nicht zu den Top 10 der wärmsten Jahre seit Beginn der flächendeckenden repräsentativen Wetteraufzeichnungen 1881 in Deutschland. Dennoch fiel es mit einer Durchschnittstemperatur von 9,5 °C um 1,3 Grad wärmer aus als das Mittel der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990 von 8,2 Grad. In Erinnerung bleiben werden vielen von Ihnen die Starkregenereignisse von Ende Mai bis Anfang Juni. Bisher nicht gekannte Sturzfluten überschwemmten die Orte Braunsbach und Simbach am Inn und kosteten Menschenleben. Im Kapitel „Wetter & Klima“ lesen Sie einen ausführlichen Bericht zu diesen gut zwei Wochen, in denen der DWD rund 3 000 Warnungen herausgab.

Klimatologisch gesehen sind dies Ereignisse, die seltener als einmal in 100 Jahren vorkommen. Doch wird auch ersichtlich, dass die Naturgefahr Starkregen eher unterschätzt wird. Dabei steigt mit der globalen Erwärmung die Aufnahmekapazität der Atmosphäre für Wasserdampf. Dies führt wiederum dazu, dass konvektive Starkregenereignisse häufiger vorkommen können.

Ortsgenaue Warnungen bei kleinräumigen Wettergefahren stellen für die Vorhersage eine große Herausforderung dar. Daher kommt dem neuen DWD-Warnmanagement, das wir im vergangenen Jahr einführten, eine besondere Bedeutung zu. Die Warnungen vor gefährlichen Wetterereignissen, eine der wichtigsten gesetzlichen Aufgaben des DWD, werden seither nicht mehr auf Landkreis-, sondern auf Gemeindeebene ausgegeben. So können beispielsweise Einrichtungen des Bevölkerungsschutzes ihre Einsatzkräfte besser steuern oder die Öffentlichkeit gezielter gewarnt werden.

Basis für diese detaillierten Warnungen sind verbesserte Wettervorhersagemodelle, mehr Beobachtungsdaten, speziell die Satelliten- und Radardaten, sowie eine erhöhte Kapazität des Hochleistungsrechners. Und die Entwicklung wird hier nicht stehenbleiben: Der DWD startete eines seiner wichtigsten strategischen Projekte, um ein so genanntes integriertes Vorhersagesystem aufzubauen, das den Namen SINFONY tragen wird. Damit ist eine nahtlose Vorhersage von null bis zwölf Stunden gemeint.

Diese Fortschritte kommen nicht von ungefähr: 1966 wurden in Deutschland erstmals Daten von Wettersatelliten empfangen, erste Numerische Wettervorhersagemodelle gingen operationell und im gleichen Jahr startete der DWD in das Zeitalter der Großrechner. Diese Entwicklungen haben die Meteorologie revolutioniert.



.....  
Prof. Dr. Gerhard

Adrian, Präsident des  
Deutschen Wetter-  
dienstes

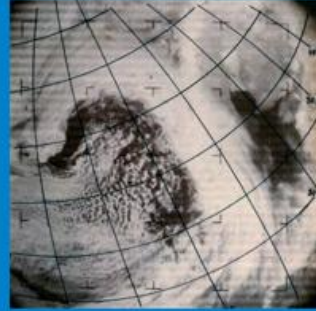
Die Qualität der Vorhersage hat sich in diesen 50 Jahren signifikant verbessert: So ist heute die Vorhersage für sieben Tage im Voraus zutreffender als die für einen Tag im Jahr 1970.

Im Kapitel „Entwicklungen & Ereignisse“ finden Sie zu diesen Jubiläen weitere Informationen. Ein weiteres wichtiges Datum im Jahr 1966 war der 2. November. Am Meteorologischen Observatorium Hohenpeißenberg des DWD startete die Ozonsondierung. Durch solche lange Messreihen leistet der DWD einen wichtigen Beitrag dazu, Veränderungen in der Atmosphäre zu erforschen und bereitet damit auch notwendige politische Entscheidungen vor.

Alle diese und weitere Entwicklungen, über die wir Sie in diesem Jahresbericht informieren, verwirklicht der DWD dank seiner engagierten Beschäftigten. Ihnen allen will ich hier ein besonderes Lob aussprechen.

Ich hoffe sehr, ich konnte Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, einen ersten kurzen Einblick in den DWD geben und lade Sie ein, Ihren nationalen Wetterdienst besser kennenzulernen. Blättern und stöbern Sie im Jahresbericht 2016 - viel Spaß dabei wünscht Ihnen

Ihr  
Gerhard Adrian



1



2

**1**

Satellitenbild vom 17. März 1967 10:56 UTC sichtbarer Spektralbereich (Satellit ESSA 4), Flughöhe 1 440 km. Zu sehen sind: oben rechts Finnland, Nord-Norwegen, Nord-Schweden, vereister Bottnischer Meerbusen; links Mitte Island; unten Mitte: Britische Inseln.  
// Quelle: DWD

**2**

Satellitenbild vom 22. Februar 2016 10:15 UTC (Satellit METEOSAT 10); eine Bildkombination aus dem Infrarot- und sichtbaren Spektralbereich dient als Basis für die Darstellung des Satellitenbildes in der WarnWetter-App des DWD.  
// Quelle: DWD

---

## Das Jahr 2016 war in Deutschland mit einem Plus von 1,3 Grad deutlich zu warm

Das Jahr 2016 verlief in Deutschland mit einem Plus von 1,3 Grad deutlich zu warm – brachte aber nicht wie 2014 mit 10,3 Celsius (°C) und 2015 mit 9,9 °C neue Temperaturrekorde. Beim Niederschlag und der Sonnenscheindauer fiel das Jahr durchschnittlich aus.



Weit überdurchschnittliche Niederschlagssummen im Januar und Februar 2016 beendeten die große Trockenheit, die 2015 vor allem im Süden und in der Mitte Deutschlands geherrscht hatte. Während Deutschland in den vorangegangenen Aprilmonaten oft mit fröhlicheren Temperaturen verwöhnt worden war, brachte diesmal ein Kaltlufteinbruch im letzten Drittel Schnee bis ins Flachland. Ende Mai und im Juni entluden sich schwere Gewitter mit extremen Regenfällen, die örtlich zu katastrophalen Überflutungen führten. Damit war in der ersten Jahreshälfte 2016 an zahlreichen DWD-Stationen schon mehr Niederschlag gefallen als im ganzen Jahr 2015. Dann stellte sich die Großwetterlage um: Die folgenden Monate blieben teils erheblich zu trocken, ab Juli rollten mehrere Hitzewellen heran. Der September gehört zu den drei wärmsten seit Aufzeichnungsbeginn 1881, der Oktober und November blieben zu kühl. Der Dezember verlief zwar deutlich kälter als im Jahr 2015, aber fast genauso schneearm.



## 2016 war es in Neunkirchen-Wellesweiler mit 37,1 °C am heißesten

Das Jahr 2016 fiel mit 9,5 °C um 1,3 Grad wärmer aus als das Mittel der international gültigen Referenzperiode 1961 bis 1990 von 8,2 Grad. Bezogen auf die wärmere Vergleichsperiode 1981 bis 2010 betrug die Abweichung +0,7 Grad. 2016 erreichte damit nicht die Top 10 der wärmsten Jahre seit 1881. Am höchsten kletterte das Quecksilber am 27. August in Neunkirchen-Wellesweiler mit 37,1 °C. Die kälteste Nacht meldete Oberstdorf am 18. Januar mit -23,5 °C.



^  
Satellitenfilm - das Jahr 2016 // Quelle: DWD

## Trotz reichlich Niederschlag in der ersten Jahreshälfte blieb 2016 zu trocken

Mit 733 Litern pro Quadratmeter (l/m<sup>2</sup>) fielen 2016 nur 93 Prozent der hierzulande im Jahr typischen Niederschlagsmenge von 789 l/m<sup>2</sup>. Es war damit das sechste zu trockene Jahr in Folge. Die größten Niederschlagsmengen fielen von Ende Mai bis Ende Juni in einer Periode mit einer außergewöhnlichen Häufung schwerer Gewitter. Die höchste Tagessumme fiel mit 150,7 l/m<sup>2</sup> am 23. Juni in Groß Berßen. Die nasseste Region war der Nordschwarzwald mit örtlich gut 2 000 l/m<sup>2</sup>, am trockensten blieb das nördliche und östliche Harzvorland. Dort fielen lokal nur etwa 360 l/m<sup>2</sup>. Die höchste Schneedecke lag am 18. Januar in Reit im Winkl mit 63 cm.

## Sonnenscheinsoll leicht übertroffen

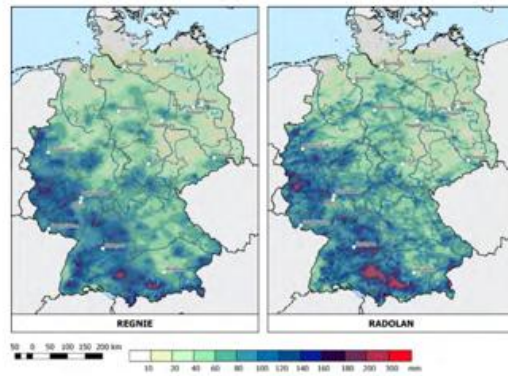
Mit etwa 1 607 Stunden übertraf die Sonne im Jahr 2016 ihr Soll von 1 544 Stunden. Am längsten zeigte sie sich auf der Insel Rügen mit fast 2 000 Stunden, am wenigsten schien sie im Sauerland mit örtlich kaum 1 360 Stunden.

Unwetter im Frühsommer 2016:

## Starkregen, Sturzfluten und ein Tornado

Einsatzorganisationen wie Feuerwehren, Technisches Hilfswerk (THW), Notärzte, Polizei und die für den Hochwasserschutz zuständigen Landesumweltämter werden den Frühsommer 2016 so schnell nicht vergessen.

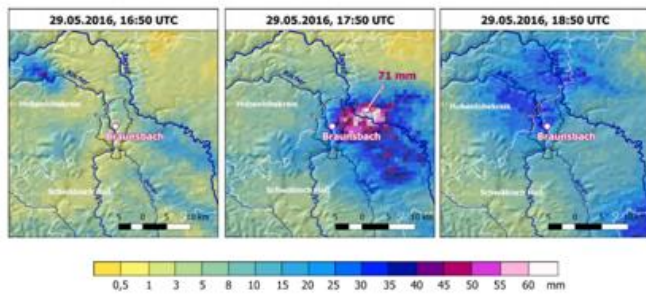
In zwei Perioden vom 26. Mai bis 8. Juni und wenig später vom 17. bis 28. Juni wurde, abgesehen vom Nordosten, ganz Deutschland von schweren und wiederholten Unwettern mit Starkregen, Sturm und Hagel heimgesucht, die ein enormes Schadensgeschehen nach sich zogen. Orte wie Braunsbach und Schwäbisch Gmünd in Baden-Württemberg und Simbach in Niederbayern sind in Erinnerung geblieben, weil hier die zerstörerische Kraft der durch die Starkregen ausgelösten Sturzfluten besonders schlimme Auswirkungen hatte. Deutschlandweit waren elf Todesopfer zu beklagen. In mehreren Landkreisen Baden-Württembergs und Bayerns wurde Katastrophenalarm ausgelöst. Zusätzlich trat am 7. Juni 2016 in Hamburg ein Tornado auf und komplettierte das Spektrum der mit starker Konvektion einhergehenden Unwetterereignisse.



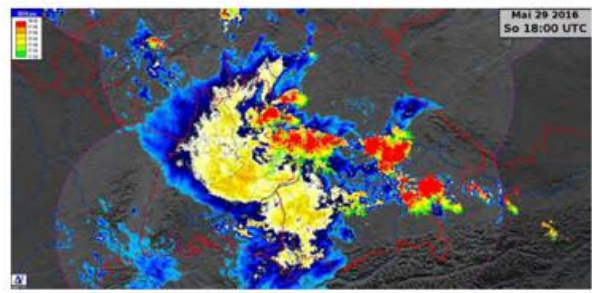
Niederschlagssummen der ersten Unwetterperiode auf Basis des DWD Bodenmessnetzes (links) und der quantitativen Analyse auf Basis von Wetterradar und Bodenmessnetz des DWD (rechts)

// Quelle: DWD

Der Deutsche Wetterdienst war in dieser Zeit besonders gefordert. Es galt, durch möglichst genaue Vorhersagen und Unwetterwarnungen die Bevölkerung zu warnen, die zuständigen Landesämter mit belastbaren hydrometeorologischen Informationen zu versorgen und durch quantitativ belastbare Analysen die Niederschlagsereignisse, wie in Braunsbach, und ihr Schadensgeschehen auch klimatisch möglichst schnell einzuordnen. Durch eine umfassende Beschreibung der hydrometeorologischen Bedingungen und des damit verbundenen Schadensgeschehens können die notwendigen, auch langfristig relevanten Schlüsse für den vorbeugenden Hochwasserschutz und die Anpassung an den Klimawandel gezogen werden.



Einstündige Niederschlagssummen der Sturzflut in Braunsbach (Baden-Württemberg) // Quelle: DWD



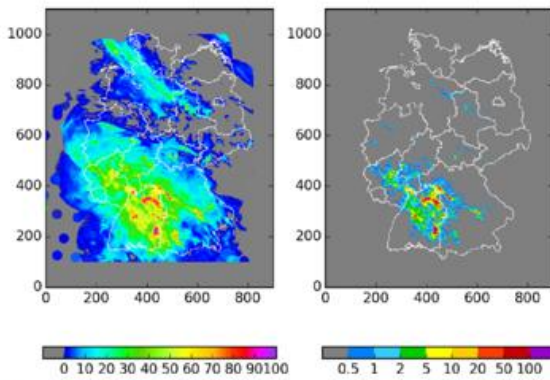
Niederschlagsradar (PrecipitationScan) und Blitze, 29.05.2016, 18 UTC // Quelle: DWD

## Was war geschehen?

Vom 26. Mai bis in die ersten Juniwochen hinein lag Mitteleuropa nahezu kontinuierlich unter dem Einfluss niederschlagsreicher Tiefdruckgebiete. Die Großwetterlage Tief Mitteleuropa war vom 23. Mai bis 4. Juni an zehn von 14 Tagen und sieben Tage hintereinander akut. Das ist bisher einmalig seit Beginn der flächendeckenden Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. In dieser Lage wurde feuchtwarmer Luft aus dem Süden (Mittelmeer) und dem Osten (Schwarzes Meer) herangeführt. Es entstand über Deutschland eine labil geschichtete Luftmasse bei einer gleichzeitig hohen Tropopause mit der Möglichkeit des Auftretens entsprechend hochreichender Konvektion. Zusätzlich lag insbesondere der Südwesten häufig im Zentrum der steuernden Tiefdruckgebiete ELVIRA und FRIEDERIKE, wodurch die entsprechend schwachen Winde nur eine langsame oder keine Verlagerung von Unwettern ermöglichten.

## Die großräumige synoptische Wetterentwicklung im Einzelnen

Zum 25. Mai stellte sich in der Höhe ein omegaförmiges Muster mit umfangreichen Tiefdruckgebieten bei den Azoren und über Südosteuropa und etwas höherem Geopotenzial dazwischen über Mitteleuropa ein. Am Boden korrespondierten dazu die Tiefs ELVIRA über dem nahen Atlantik sowie DOROTHEE und CHRISSEY mit Zentren über dem Süden Finnlands respektive dem Schwarzen Meer. Über Mitteleuropa herrschten nur schwache Luftdruckgegensätze vor und in den Folgetagen konnte sich kein stabiles Hochdruckgebiet etablieren. Vielmehr sorgten so genannte kurzweilige, zwischen dem ostatlantischen Höhentief und dem nur flachen Rücken über Mitteleuropa nach Nordosten laufende Tröge für Hebung und leichten Druckfall am Boden. In der Folge griff von Frankreich her eine zunächst seichte Tiefdruckrinne auf den Süden Deutschlands über.



24-stündige, aus Radardaten abgeleitete Niederschlagsmenge bis 30.05.2016, 06 UTC (links) und korrespondierende Wiederkehrzeit (rechts) // Quelle: DWD

Diese Rinne war angefüllt mit feuchtwarmer und potenziell instabil geschichteter Luft. Ein weiteres Merkmal waren hohe, aber nicht außergewöhnliche Niederschlagspotenziale zwischen 25 und 30 mm. Ein markanter Kurzwellentrog schwenkte bis zum 29. Mai über die Iberische Halbinsel und den westlichen Mittelmeerraum hinweg zu den Westalpen. Die dadurch ausgelösten, kräftigen Hebungsvorgänge ließen den Druck am Boden über West- und Mitteleuropa weiter sinken.

Erst Mitte der ersten Junidekade stellte sich im Bereich der Frontalzone über Skandinavien und bis zum Baltikum reichend eine recht kräftige Nordwestströmung ein, mit der von Norden her kühlere und vor allem deutlich trockenere Luft herangeführt wurde. Diese beendete die gut zwei Wochen andauernde Unwetterlage.

## Das Beispiel Sturzflut Braunsbach: Entwicklung am 29. Mai 2016

Das erste Gewitter dieses Tages entstand gegen 11:00 Uhr MESZ am Nordrand des Erzgebirges. Es intensivierte sich rasch und blieb dort durch stetige Neubildungen über einen Zeitraum von etwa zwei Stunden quasistationär.

Gemessene Niederschlagsmengen von 22 bzw. 25 l/m<sup>2</sup> in jeweils einer Stunde an den Stationen Stützensgrün-Hundshübel und Aue deuteten das Potenzial dieser Lage bereits früh an. Aus einem Regengebiet heraus entwickelten sich gegen 14:00 Uhr MESZ auch an der Schwäbischen Alb und im Allgäu erste Gewitter. Gegen 15:00 Uhr wurden die Gewitter rasch kräftiger; weitere Einzelzellen bildeten sich wenig später auch am östlichen Alpenrand, am Bayerischen Wald, im Umfeld der Fränkischen Alb sowie im Hohenlohischen mit Braunsbach. Am Spätnachmittag und Abend schlossen sich die Gewitter zu einem ausgedehnten mesoskaligen konvektiven System (MCS) zusammen. Dessen Schwerpunkt zog entlang der württembergisch-bayerischen Grenze nach Norden und Westen, den Fortsatz nach Osten hin bildete eine bis zur bayerisch-tschechischen Grenze reichende Gewitterlinie.

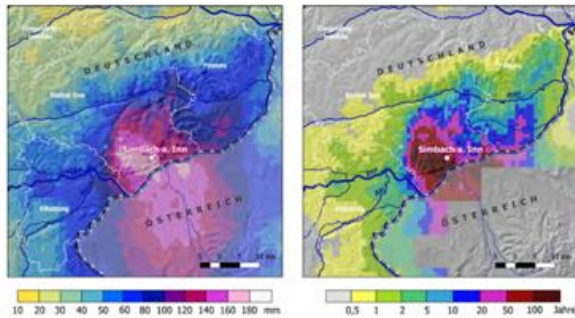
Durch das von Niederbayern nach Norden und anschließend nach Westen ziehende Bodentief wurde dem System in einem großen Bogen von Südosten und Osten her feuchtwarmer und damit energiereiche Luft zugeführt. Später führte Kaltluftadvektion an der Südflanke des Systems zu einer deutlichen Stabilisierung von Westen her, allerdings fiel auch auf der „kalten Seite“ noch länger anhaltender und zum Teil kräftiger Regen.

Die stündlichen Niederschlagsmengen waren beträchtlich und überschritten an zahlreichen Stationen die DWD-Unwetterschwelle von 25 l/m<sup>2</sup> in einer Stunde. Besonders hervor traten zwischen 18:00 und 19:00 Uhr MESZ der Hohenpeißenberg mit 53 l/m<sup>2</sup>, zwei Stunden später Landshut-Reithof und das benachbarte Hohenthann mit 57 bzw. 65 l/m<sup>2</sup> sowie Gundelsheim im Landkreis Heilbronn mit 50 l/m<sup>2</sup> zwischen 00:00 und 01:00 Uhr MESZ am 30. Mai.

Letztere Station stellte gleichzeitig auch die größte gemessene 24-Stunden-Summe bis zum 30. Mai, 06 UTC mit 122 l/m<sup>2</sup>. An zahlreichen weiteren Stationen wurden Mengen über 50 l/m<sup>2</sup> registriert, die radarbasierte Auswertung gab vor allem für den Nordosten Baden-Württembergs Signale für Mengen bis 150 l/m<sup>2</sup>. Damit fiel hier fast die doppelte Menge der sonst für den gesamten Mai üblichen Niederschlags-summe. Die Wiederkehrzeiten der über die Radarauswertung festgestellten Niederschlagsmengen liegen im Bereich zwischen 50 und 100 Jahren.

Vor allem Bäche und kleinere Flüsse gelangten durch die Starkregenfälle schnell an die Grenze ihrer Aufnahmekapazität. Einige von ihnen erreichten neue Rekordpegelstände, zum Beispiel die Umlach in Ummendorf sowie die Rottum in Laupheim. In der Folge stiegen aber auch die Pegelstände der etwas größeren Flüsse in der Region, wie Kocher und Jagst, um zum Teil mehrere Meter an.

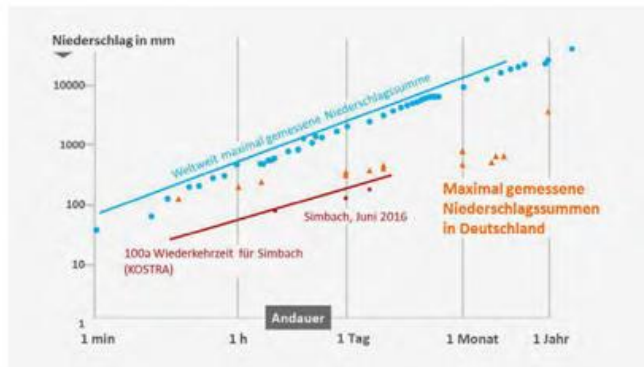
Katastrophale Folgen hatten die Regenfälle vor allem für die kleine Gemeinde Braunsbach im Kreis Schwäbisch Hall. Zwei kleine Zuflüsse des Kochers, der Schlossbach und der Orlacher Bach, verwandelten sich innerhalb kürzester Zeit in reißende Ströme und fluteten den Ortskern. Vier Menschen kamen ums Leben. Das Landratsamt Schwäbisch Hall bezifferte den Sachschaden alleine für diesen Ort auf über 100 Millionen Euro.



48-stündige, aus Radardaten abgeleitete Niederschlagsmenge bis 02.06.2016, 18 UTC (links) und korrespondierende Wiederkehrzeit (rechts) // Quelle: DWD

### Überschwemmungen auch dort, wo sie kaum jemand erwartet hatte

Insbesondere in der ersten Periode vom 26. Mai bis 8. Juni traten die Unwetter verbreitet auf. Jedes Einzelne war dabei räumlich begrenzt und beinahe ortsfest. Damit entluden sich große Mengen der konvektiven Starkregen an ein und derselben Stelle. Sehr lokale Überschwemmungen und Sturzfluten auch entlang kleinster Bachläufe waren die Folge. Die scheinbare Zufälligkeit des Auftretens solcher lokalen Sturzfluten und ihre limitierte Vorhersagbarkeit waren eine große Herausforderung für den DWD. Die verursachenden Niederschläge wurden vom Wetterradarverbund des DWD vollständig erfasst und vermessen.



Statistische Einordnung des Starkregens in Simbach im Vergleich zu Rekordniederschlägen in Deutschland (orange) und weltweit (blau)

// Quelle: DWD

## Klimawandel und die unterschätzte Naturgefahr Starkregen

Angesichts des im Frühsommer 2016 verbreitet demonstrierten Schadenspotenzials durch Starkregen stellen sich unmittelbar die Fragen nach der Rolle des Klimawandels und die zukünftige Entwicklung von Starkregen in Deutschland. Für solche Fragestellungen ist es notwendig, zunächst einmal die Außergewöhnlichkeit eines Niederschlagsereignisses wie in Simbach Anfang Juni 2016 festzustellen. Es wird offenbar, dass nur im engsten Umkreis der Stadt Simbach die Wiederkehrzeit bei über 100 Jahren liegt, d. h. dass das Ereignis seltener als einmal in 100 Jahren vorkommt.

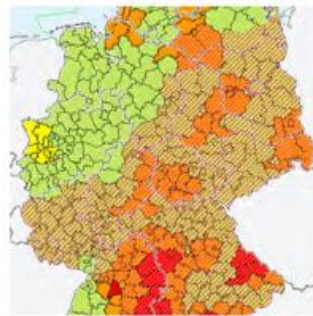
Sortiert man dieses Niederschlagsereignis von Simbach in einen weltweiten Kontext, so stellt man fest, dass die Niederschläge in Simbach - ungeachtet des enormen Schadens im Juni 2016 - noch weit unter den Summen liegen, die die Atmosphäre grundsätzlich produzieren kann. Selbst wenn man diese Betrachtung nur auf Deutschland beschränkt, kommt man auf theoretisch mögliche maximale Tagessummen von 400 mm. Die Naturgefahr Starkregen wird also eher unterschätzt. Der Klimawandel erhöht mit seiner globalen Erwärmung die Aufnahmekapazität der Atmosphäre für Wasserdampf und damit das Potenzial für die Bildung von konvektiven Starkregenereignissen.

Das durch den Klimawandel höchstwahrscheinlich in Zukunft vermehrte Auftreten von Starkregen trifft somit auf eine bereits jetzt eng begrenzte Anpassungskapazität selbst in einem so hochentwickelten Land wie Deutschland. Anpassungsentscheidungen für die Zukunft müssen daher auf Basis einer möglichst guten Kartierung der Gefährdung durch Starkregen und Sturzfluten getroffen werden können.

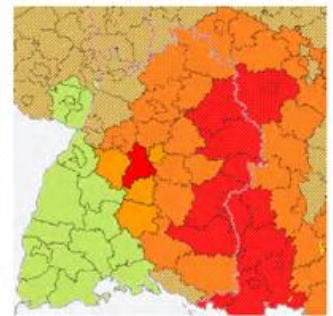
## Wettervorhersage und Warnmanagement des DWD in dieser Zeit

Die Wetterlage im Frühsommer 2016 stellte eine große Herausforderung für den operationellen Vorhersage- und Warnbetrieb dar. Trotz modernster Computertechnologie und leistungsfähiger Modelle und Ensembles ist es bis heute nicht möglich, solche kleinräumigen und sich sehr rasch entwickelnden Starkregen- oder Gewitterzellen so genau vorherzusagen, dass mit ausreichendem Vorlauf nur die tatsächlich betroffenen Orte bewarnt werden können.

Umso wichtiger ist eine regelmäßige Abstimmung der DWD-Experten, die täglich zweimal in einer Telefonkonferenz stattfindet. Danach stellt das Warnmanagement des DWD das Potenzial der Wetterlage und die voraussichtlich betroffenen Gebiete über so genannte „Vorabinformationen Unwetter“ dar. Sie werden typischerweise am Vormittag für Ereignisse ausgegeben, die am Nachmittag, Abend und in der Nacht erwartet werden. Dieses soll geeignete Vorsorgemaßnahmen möglich machen, stellt aber noch keine konkrete Warnung dar. Erst wenn sich herauskristallisiert und in den Radardaten des DWD erkennbar wird, dass und wo sich die stärksten Zellen bilden sowie in welche Richtung und mit welcher Geschwindigkeit sie sich verlagern, dann werden Gewitter- und Starkregenwarnungen, markante Warnungen (dargestellt in der Farbe Ocker) oder Unwetterwarnungen (in roter Farbe) ausgegeben. Oft ist dieses Erkennen allerdings nur mit 60 bis 15 Minuten Vorlauf möglich, einzelne kleinräumige



Warnkarte für Deutschland vom Nachmittag des 29. Mai 2016 // Quelle: DWD



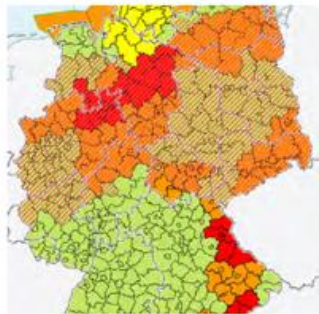
Ausschnitt aus der Warnkarte vom 29. Mai 2016 mit dem Schwerpunkt der Unwetterlage in Baden-Württemberg und Bayern // Quelle: DWD

Zellen entwickeln sich mitunter rasend schnell. Die Ausgabe von Unwetterwarnungen erfolgte in dieser Witterungsperiode Mai/Juni 2016 weit über 1000 Mal, so dass sie zu den warnintensivsten Perioden der vergangenen Jahre in Deutschland zählt.

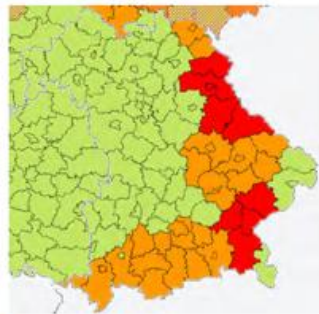
Im Sommer 2016 führte der DWD die Gemeindevorwarnungen ein, so dass noch genauer im Internet und in der WarnWetter-App angezeigt werden kann, wo die stärksten Gewitter entlangziehen, ohne ganze Flächenlandkreise zu bewarnen.

Die Erfahrungen aus der Zusammenarbeit des DWD mit den Hochwasservorhersagezentralen (HVZ) zeigen, dass eine Vorlaufzeit von weniger als einer Stunde für deren Abflussvorhersagen zu spät ist. Für beide, DWD und HVZ, ist es außerdem eine besondere Herausforderung zu erkennen, dass sich Starkregenzellen nicht verlagern oder immer wieder am gleichen Ort neu bilden und ihre Regenlast dort abladen.

Neben dem operationellen Warndienst unterhält der DWD mit den Regionalen Wetterberatungen (RWB) an den DWD-Niederlassungen die Möglichkeit, für Kunden wie auch für die Öffentlichkeit, durch Rücksprache mit den Meteorologen und Wetterberatern noch mehr Details zur aktuellen Wetterlage, zu Vorhersageunsicherheiten und zur weiteren Lageeinschätzung zu bekommen. Diese Auskünfte sind bei Feuerwehren und Hilfsorganisationen, bei Organisatoren von Großveranstaltungen, im Mai und Juni vergangenen Jahres, aber auch bei Hochwasservorhersagezentralen sehr gefragt. In den rund vier Wochen erteilten die drei Regionalen Wetterberatungen des DWD in Essen, Stuttgart und München jeweils etwa 1 000 telefonische Beratungen, in der Zentrale Offenbach deutlich über 1 000. Dieses unterstreicht die Notwendigkeit der telefonischen Erreichbarkeit des operationellen Vorhersage- und Warndienstes für Einheiten des Bevölkerungsschutzes und der Katastrophenhilfe.



Warnkarte für Deutschland vom späten Nachmittag des 1. Juni 2016 // Quelle: DWD



Ausschnitt aus der Warnkarte vom 1. Juni 2016 mit dem Schwerpunkt der Unwetterlage in Ostbayern // Quelle: DWD

## Exakte Warnungen vor Tornados sind nicht möglich

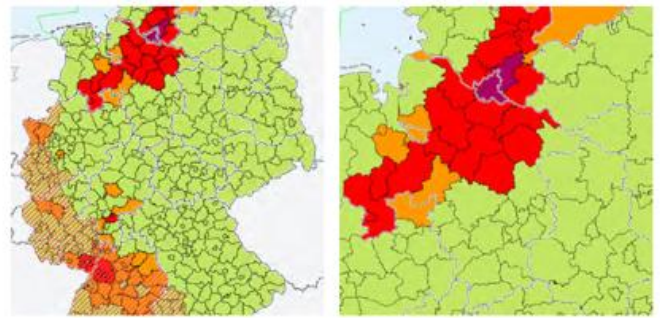
Tornados wie am 7. Juni 2016 in Hamburg gehören weltweit zu den folgenreichsten Wettergefahren. Immer wieder sind auch Opfer zu beklagen. Um Menschenleben zu retten und Schäden zu vermindern, weist der DWD in seinem Warnmanagement frühzeitig auch auf Tornadorisiken hin. Tornados treten vor allem in der sommerlichen Gewittersaison auf. Sie sind sehr kleinräumig und haben oft nur eine Lebensdauer von wenigen Minuten. Deshalb sind grundsätzlich keine exakten Warnungen vor Tornados möglich.

Ein Tornado ist mit einer horizontalen Ausdehnung von meist wenigen hundert Metern so klein, dass er weder vom Wetterradar noch von Satelliten erkannt werden kann. Auch die engmaschigsten Wettervorhersagemodelle mit einer Auflösung von zwei bis drei Kilometern können Tornados nicht vorhersagen. Mit seinem ganz Deutschland abdeckenden Wetterradar versucht der DWD die als Auslöser von Tornados bekannten rotierenden Gewitterwolken zu erfassen. Die aktuellen Radardaten für ganz Deutschland liegen alle fünf Minuten vor.

Warnhinweise auf Tornadorisiken verbreitet der DWD in seinen regionalen Warnlageberichten, wenn die Wettermodelle entsprechende Hinweise auf das Potenzial geben. Unter [www.dwd.de/warnungen](http://www.dwd.de/warnungen) und über die DWD-WarnWetter-App können die Berichte des DWD abgerufen werden.

So hatte der DWD auch am 7. Juni 2016 um 10:30 Uhr MESZ in Warnlageberichten genannt, dass am Nachmittag und am Abend im Raum Hamburg und im Süden von Schleswig-Holstein vereinzelt Tornados auftreten können. Unwetterwarnungen vor schweren Gewittern mit örtlicher Gefahr von Tornados gibt der DWD erst aus, wenn sowohl entsprechende Signaturen in den Radardaten vorhanden sind als auch glaubwürdige Beobachtungen von schadensträchtigen Ereignissen in der Region vorliegen.

Angesichts der großen Bedeutung von Augenbeobachtungen für die Warnung vor Tornados arbeitet der DWD eng mit dem Verein Skywarn Deutschland e. V. zusammen. Dessen geschulte „Sturmjäger“ geben ihre Unwetterbeobachtungen per Handy an den DWD weiter. Auch die Polizei, Feuerwehren sowie Rettungs- und Hilfsorganisationen unterstützen als Unwettermelder den DWD. Alle Bürger können ihre Unwetterbeobachtungen unter [www.dwd.de/unwettermeldung](http://www.dwd.de/unwettermeldung) in einen Meldebogen eintragen und an den DWD senden. Sie liegen dann sofort bei den Meteorologen zur Auswertung auf dem Tisch.



Warnkarte für Deutschland vom Abend des 7. Juni 2016 // Quelle: DWD

Ausschnitt aus der Warnkarte vom 7. Juni 2016 mit dem Schwerpunkt der Unwetterlage bei Hamburg // Quelle: DWD

## Was tut der DWD im Themenfeld Starkregen?

Die Verbesserung der Vorhersage kleinräumiger Unwetterereignisse (Starkniederschläge und damit verbundene Gewitter) über eine Vorhersagezeit von bis zu zwölf Stunden soll im Rahmen der Entwicklung des integrierten Vorhersagesystems SINFONY im DWD erfolgen. Dabei ist geplant, die Produkte des so genannten Nowcasting, das sind Vorhersagen bis maximal zwei Stunden mit hoher zeitlicher Erneuerungsrate, und Ergebnisse eines Kurzfrist-Ensemble-Vorhersagesystems so zu kombinieren und weiterzuentwickeln, dass eine bruchfreie Darstellung des Atmosphärenzustands und der Wetterphänomene vom jeweils aktuellen Zustand bis zur Kurzfristvorhersage erfolgen kann.

Um Gewitterwolken explizit numerisch simulieren zu können, muss dabei die horizontale Maschenweite des Kurzfrist-Ensemble-Vorhersagesystems des DWD von derzeit 2,8 km reduziert und die Anzahl vertikaler Schichten erhöht werden. Zusätzlich muss die Nutzung der Fernerkundungsdaten, vor allem Radar und Satelliten, bei der Bestimmung des Anfangszustandes der Vorhersagerechnungen deutlich ausgeweitet werden. Damit können dann stündlich neue Numerische Vorhersagen erstellt werden, die möglichst bruchfrei (nahtlos) an die Nowcasting-Vorhersagen anknüpfen.

Die Vorhersage von Schergewittern mit örtlich begrenztem Starkregen, die längere Zeit über einem Ort verharren, stellt für SINFONY eine besondere Herausforderung dar, weil der lokale Charakter und kurze Lebenszyklus dieser Zellen ihre rechtzeitige Erfassung und Simulation erschweren. Ein großes Gefahrenpotenzial besitzen auch so genannte Superzellen, die oft für Hagel, extreme Windböen und Tornados ursächlich sind.

Basis von SINFONY ist ein Beobachtungssystem, das eine lückenlose Überwachung der niederschlagsrelevanten Wetterereignisse erlaubt. Bestehende Lücken sollen mit so genannten zusätzlichen X-Band-Radaren geschlossen werden.

Um den Warnprozess möglichst zeitnah mit hochaktuellen Informationen zu versorgen, sollen auch weitere Möglichkeiten getestet werden, neue zeitnahe, hochaufgelöste Daten zu gewinnen. Ähnlich wie die Übermittlung von Beobachtungen durch die bereits genannten „Sturmjäger“ wird – nicht nur in Deutschland – die Entwicklung eines Systems geprüft, Wettermeldungen z. B. über die DWD-WarnWetter-App („Crowdsourcing weather reports“<sup>1</sup>) zu gewinnen. Die Bürger werden damit bei der Erfassung gefährlicher Wetterereignisse direkt mit einbezogen. Dabei wird die immer moderner werdende digitale Infrastruktur in Deutschland genutzt. In einer ersten Phase könnten derartige Wettermeldungen insbesondere zur Validierung, Weiterentwicklung und Optimierung der Vorhersagesysteme sowie danach zur direkten Nutzung in der operationellen Vorhersage verwendet werden<sup>2</sup>.

Im Ergebnis soll SINFONY bruchfreie Starkniederschlagsszenarien für Vorhersagezeiten von bis zu zwölf Stunden liefern. Diese erlauben dann, das Risiko für lokale Starkniederschläge abzuschätzen. Die Hochwasservorhersagezentralen können diese Daten in entsprechende Sturzflutvorhersagen umsetzen, die mögliche Szenarien für lokale Bach- oder Flusseinzugsgebiete liefern. Damit wird es auf Landkreis- und Gemeindeebene möglich, gezielte Schutzmaßnahmen zu initiieren und im konkreten Unwetterfall bessere Handlungsanweisungen zu erteilen.

<sup>1</sup> Analog zur erfolgreichen mPING App des NOAA National Severe Storms Laboratory des amerikanischen Wetterdienstes könnten Wetterereignisse wie Hagel, Niederschlagsart (Regen/Schnee), Windschaden, Überflutungen etc. erfasst werden (siehe [mping.nssl.noaa.gov](http://mping.nssl.noaa.gov)). Eine Liste der von der mPING App erfassten Meldungen findet man unter <http://mping.nssl.noaa.gov/types.php>.

<sup>2</sup> Im Gegensatz zur Assimilation solcher Meldungen, die erst nach einer längeren Erprobungsphase möglich wäre.

## Ausblick

Hinweiskarten für Starkregengefahren sind wichtig für die Beratung von Entscheidungsträgern aus Politik, Verwaltung und Katastrophenhilfe. Diese Karten liefern wesentliche Informationen, um Auswirkungen im Abflussgeschehen von Starkniederschlägen zu bewerten und Maßnahmen in punkto Eigensicherung von Bevölkerung und Einsatzkräften zu planen.

Neben einer Verbesserung der Vorhersage von und Warnung vor Starkregenereignissen engagiert sich der DWD daher in den letzten Jahren, die Hintergrundinformationen zur Starkregengefährdung zu verbessern. Die Schlüsseltechnologien dazu bieten der Wetterradarverbund des DWD und die im Zuge der Automatisierung des Messnetzes inzwischen weit über 1 000 hochverfügbaren automatischen Ombrometer (Niederschlagsmesser). Die integrierte quantitative Analyse des Niederschlages mit dem RADOLAN-Verfahren lässt sich jetzt auch rückwirkend über alle Messungen seit 1. Januar 2001 durchführen. Die im Resultat erstellte radarbasierten Niederschlagsklimatologie überprüft der DWD derzeit im Rahmen von gemeinsamen Projekten mit interessierten Bundes- und Landesbehörden und dem Gesamtverband der deutschen Versicherer auf ihre Nützlichkeit und Nutzbarkeit. Die Ergebnisse sind so ermutigend, dass in einem nächsten Schritt für die Klimatologie extremster Niederschläge (über 20 Jahre) Fließwege, Sturzfluten und Überschwemmungsgebiete bestimmt werden sollen. Eine solche bundesweite Hinweiskarte für Starkregengefahren böte die Möglichkeit, die begrenzt vorhandenen Ressourcen zur Anpassung an die Naturgefahr Starkregen räumlich gezielt und damit möglichst effizient zu nutzen.

	Durchschnitts- temperatur in °C	Höchste Temperatur in °C	Niedrigste Temperatur in °C	Niederschlag in l/m <sup>2</sup>	Sonnenschein- dauer in Stunden	In Erinnerung bleibt (Die Links führen jeweils zur ausführlichen Pressemitteilung des DWD.)
<b>Januar</b>	1 (-0,5)	17,2 am 26. in Ohlsbach (Ortenaukreis)	-23,5 am 18. auf der Zugspitze und in Oberstdorf	77,3 (60,8)	49,4 (43,6)	Zu Monatsbeginn nur im Nordosten kalt, ab Monatsmitte in ganz Deutschland winterlich, zum Monatsende mild <a href="#">↗</a>
<b>Februar</b>	3,3 (0,4)	19,7 am 22. in Rosenheim	-18 am 20. auf der Zugspitze	77,8 (49,4)	60,2 (71,5)	Tiefer Luftdruck mit viel Regen und milden Temperaturen prägten den Monat, teilweise mussten Rosenmontagsumzüge wegen Sturmböen ausfallen <a href="#">↗</a>
<b>März</b>	4 (3,5)	23,8 am 31. in Rosenheim	-18 am 3. auf der Zugspitze	45,5 (56,5)	99,1 (111,2)	Kühler Monatsstart, am Ende mild, im Norden und Süden wenig Niederschläge <a href="#">↗</a>
<b>April</b>	7,9 (7,4)	25,6 am 5. in Regensburg	-17,5 am 25. auf der Zugspitze	53,3 (58,2)	158,6 (153,7)	Typisches Aprilwetter mit sonnigen Abschnitten und schauerartigen Niederschlägen, teils auch Schnee <a href="#">↗</a>
<b>Mai</b>	13,7 (12,1)	31,4 am 22. in Jena-Sternwarte	-12,3 am 16. auf der Zugspitze	67,7 (71,1)	219,5 (201,6)	Kaltlufteinbruch zu den Eisheiligen, am Monatsende führten Schauer und Gewitter kleinräumig zu erheblichen Überschwemmungen (Braunsbach) <a href="#">↗</a>
<b>Juni</b>	17 (15,4)	35,8 am 24. in Jena-Sternwarte	-4,4 am 9. und 15. auf der Zugspitze	115,5 (84,6)	190,7 (203,3)	Fortdauer der Wetterlage mit unwetterartigen Schauern und Gewittern (Simbach), kurze Hitzewelle am Monatsende <a href="#">↗</a>
<b>Juli</b>	18,6 (16,9)	36,4 am 20. in Bad Kreuznach	-8,1 am 16. auf der Zugspitze	70 (77,6)	201,3 (210,7)	Im Westen sehr trocken, im Osten Bayerns und in den östlichen Bundesländern teilweise hohe Niederschlagsmengen <a href="#">↗</a>
<b>August</b>	17,7 (16,5)	37,1 am 27. in Neunkirchen-Wellesweiler	-5,8 am 10. und 11. auf der Zugspitze	46,2 (77,2)	227,2 (199,5)	Bis zum Ende der zweiten Monatsdekade wechselhaft, dann intensive Hitzeperiode <a href="#">↗</a>
<b>September</b>	16,9 (13,3)	34,4 am 12. in Bernburg/Saale	-3,6 am 23. auf der Zugspitze	39,1 (61,1)	215,2 (149,6)	Mit kurzen Unterbrechungen Fortsetzung der sommerlichen Witterung, wärmster September zusammen mit 2006 <a href="#">↗</a>
<b>Oktober</b>	8,5 (9)	24,7 am 1. in Dresden-Strehlen	-13,4 am 5. auf der Zugspitze	57 (55,8)	61,4 (108,5)	Etwas zu kühler Monat mit hohen Niederschlagsmengen im Osten und wenig Niederschlägen im Nordwesten, Westen und Süden <a href="#">↗</a>
<b>November</b>	3,8 (4)	21,9 am 21. in Rosenheim	-17 am 9. auf der Zugspitze	57,3 (66,3)	60,3 (52,8)	Kühle erste Monathälfte und kühles Monatsende, dazwischen recht milde Temperaturen <a href="#">↗</a>
<b>Dezember</b>	2,2 (0,8)	15,5 am 8. in Wernigerode	-15,7 am 27. auf der Zugspitze	26,5 (70,2)	64,5 (38)	Nach kühlem Monatsstart mild auch an den Weihnachtstagen, am Monatsende wieder kühl, aber nicht winterlich <a href="#">↗</a>
<b>Winter 2015/16</b>	3,6 (0,2)	19,7 am 22.2. in Rosenheim	-23,5 am 18.1. auf der Zugspitze und in Oberstdorf	191,5 (180,7)	174,8 (152,9)	Zweitwärmster Winter zusammen mit den Jahren 1974/75 und 1989/90, sehr wenig Schnee auch in höheren Lagen <a href="#">↗</a>
<b>Frühling</b>	8,5 (7,7)	31,4 am 22.5. in Jena-Sternwarte	-18 am 3.3. auf der Zugspitze	166,5 (185,9)	477,2 (466,6)	Milder, trockener und sonnenscheinreicher als normal <a href="#">↗</a>
<b>Sommer</b>	17,8 (16,3)	37,1 am 27.8. in Neunkirchen-Wellesweiler	-8,1 am 16.7. auf der Zugspitze	231,7 (239,4)	619,3 (613,5)	Insgesamt recht warmer, teilweise auch wechselhafter Sommer <a href="#">↗</a>
<b>Herbst</b>	9,7 (8,8)	34,4 am 12.9. in Bernburg/Saale	-17 am 9.11. auf der Zugspitze	153,4 (183,3)	336,9 (310,9)	Zu Beginn spätsommerlicher, mit nur wenigen winterlichen Phasen <a href="#">↗</a>
<b>Jahr</b>	9,5 (8,2)	37,1 am 27.8. in Neunkirchen-Wellesweiler	-23,5 am 18.1. auf der Zugspitze und in Oberstdorf	733,1 (788,9)	1607,4 (1544)	Sehr warmes Jahr, zusammen mit 6 anderen Jahren belegt es die Plätze 8 bis 14 <a href="#">↗</a>

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



1



2



3



4

**1**

Satellitenempfangsanlage und manuelles Eintragen von Breiten- und Längengraden auf den Satellitenbildern aus dem Jahr 1971. // Quelle: DWD

**2 - 4**

Satellitenempfangsanlagen beim DWD in Offenbach aus verschiedenen Zeiten: 1971, 1978, und 2003 // Quellen: DWD (1971 und 1978); Jörg Asmus (2003)

## Vier Mal 50 Jahre:

### Wettersatellitenempfang, Numerische Wettervorhersage, Ozonmessungen, Hochleistungsrechnen

Im Jahr 1966 fanden für den DWD mehrere bedeutende Ereignisse in der Meteorologie statt: Die ersten Wettersatellitenbilder wurden in Deutschland empfangen, das Zeitalter der Numerischen Wettervorhersage begann, der erste Ballonaufstieg in der 50-jährigen Hohenpeißenberger Ozon-Messreihe wurde durchgeführt, der DWD bekam den ersten Hochleistungsrechner. Diese besonderen Ereignisse bildeten eine wichtige Basis für essentielle Fortschritte in der meteorologischen Forschung, sowohl für das Verständnis über die Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre als auch für die verbesserte Wettervorhersage.

## 50 Jahre Wettersatellitenempfang

Der 3. März 1966 war ein großer Tag für den DWD in Offenbach: Im Beisein von Journalisten und Fotografen begann um 07:12 UTC der routinemäßige Wettersatellitenempfang. Es waren Bilder vom 34. Umlauf des am 26. Februar 1966 gestarteten US-amerikanischen Wettersatelliten ESSA 2. Beim ehemaligen Meteorologischen



*Mit dieser so genannten Wendel-Antenne wurden Ende der 1960er Jahre die ersten Satellitenbilder beim DWD in Offenbach empfangen. // Quelle: DWD*

Dienst (MD) der DDR wurden in Kühlungsborn am 6. April 1966 die ersten Satellitenbilder empfangen. In den ersten Jahren kamen die Bilder von Satelliten wie ESSA oder Nimbus. Sie umrundeten die Erde in einer Höhe von 800 bis 1 400 Kilometer, so wie heute u. a. die METOP-Satelliten. Seit 1977 liefern auch die geostationären Wettersatelliten, wie METEOSAT, Daten.



1

2

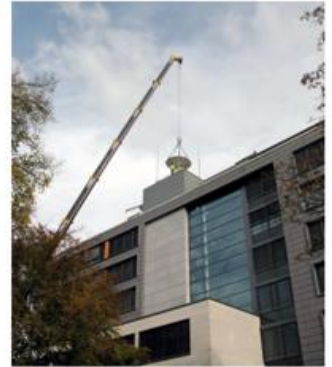
Zunächst wurden die Satellitenbilder in Offenbach und Potsdam analog empfangen. Tonsignale wurden in Lichtsignale umgewandelt, damit Fotopapier zeilenweise belichtet und entwickelt. Danach wurden per Hand Breiten- und Längengrade und gegebenenfalls auch Umriss der Kontinente eingezeichnet. 1980 begann mit dem Empfang von METEOSAT und den ersten projizierten und passend zu Wetterkarten ausgedruckten Satellitenbildern das digitale Zeitalter. Mitte der 1980er Jahre wurden Satellitenfilme aus METEOSAT-Bildern zusammengestellt und per Kurier zum Hessischen Rundfunk geschickt, der diese Filme für die Wettervorhersage in der ARD-Tageschau nutzte.

Mit der Weiterentwicklung der Computertechnik wurden meteorologische Arbeitsplatzsysteme wie Ninjo entwickelt, die dem Meteorologen die Satellitenbilder fertig aufbereitet auf Knopfdruck an seinen Arbeitsplatz bringen. Wettersatelliten liefern nicht nur Bilder, sondern dank ihrer zahlreichen Instrumente auch Daten über den Zustand der Atmosphäre, wie z. B. Temperatur, Feuchte und Windvektoren.

1-3

Installation der aktuellen Satellitenempfangsantenne auf dem Dach der DWD-Zentrale in Offenbach im November 2014

// Quellen: Denise Bergmann (1, 2)  
Jens Popp (3)



3

Diese Daten ergänzen das konventionelle Messnetz und werden für die Numerische Wettervorhersage benötigt. Nur so lässt sich der Zustand der Atmosphäre annähernd exakt bestimmen und ermöglicht Wettervorhersagen über einen Zeitraum von bis zu zwei Wochen. Aber auch für die Klimatologie sind Satellitendaten wichtig. Das beim DWD angesiedelte EUMETSAT Climate Monitoring SAF (CM SAF) entwickelt, erstellt, archiviert und verteilt aus Satellitendaten abgeleitete Klimadatenätze geophysikalischer Parameter. Beispielfähig lassen sich die Erträge für Solaranlagen aus langen Zeitreihen der Globalstrahlung ermitteln.

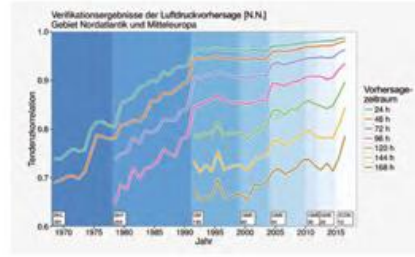
International findet seit nunmehr 30 Jahren eine enge Zusammenarbeit mit EUMETSAT statt. Dieser zwischenstaatlichen europäischen Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten mit Sitz in Darmstadt gehören derzeit 30 europäische Staaten an. Die Daten der EUMETSAT-Satelliten wie METEOSAT oder METOP werden vom DWD für Wetterüberwachung, Numerische Wettervorhersage und Klimatologie genutzt.

## 50 Jahre Numerische Wettervorhersage im DWD

Im Oktober 1966 begann im DWD mit dem Modell BTP (barotropes Ein-Schichtenmodell für die großräumige Strömung in ca. fünf Kilometern Höhe) das Zeitalter der Numerischen Wettervorhersage (NWV). Eng verknüpft mit der jeweils verfügbaren Rechenleistung überführte der DWD von 1966 bis 2016 insgesamt neun Modellgenerationen in den operationellen Betrieb.

### Kenngroßen der neun Modellgenerationen des DWD seit 1966

Jahr	Name	Maschenweite (km)	Gitter-Fläche (km <sup>2</sup> )	Bemerkungen
1966	BTP	381	145 161	1 Schicht; barotrop; hemisphärisches Modell
1967	BKL	381	145 161	5 Schichten; baroklin; hemisphärisches Modell
1978	BKF	254	64 516	9 Schichten; mit Feuchte; hemisphärisches Modell
1991	GM	190	36 100	19 Schichten; spektrales globales Modell
1999	GME	60	3 114	31 Schichten; hydrostatisch; Ikosaeder-Gitter
2004	GME	40	1 384	40 Schichten
2010	GME	30	778	60 Schichten
2012	GME	20	346	60 Schichten
2015	ICON	13 (6,5)	173	90 Schichten; nichthydrostatisch; mit Europa-Nest



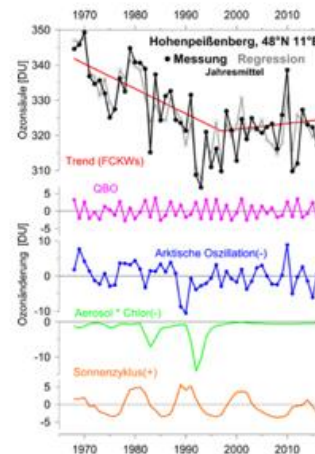
Die Grafik zeigt, wie sich die Qualität (je höher, desto besser) der Numerischen Wettervorhersage beim DWD für das Gebiet Nordatlantik und Mitteleuropa seit 1968 verbessert hat. // Quelle: DWD

Die NWV-Modellgenerationen sind durch zunehmende Komplexität der physikalischen Parametrisierungen, numerischen Verfahren und Programmierung gekennzeichnet. Außerdem trägt der Fortschritt bei der Datenassimilation (Algorithmen und genutzte Daten, vor allem von Satelliten) wesentlich zur stetigen Verbesserung der Vorhersagegüte bei. Schon kurz nach Beginn der operationellen Numerischen Wettervorhersage im DWD wurde die Vorhersagequalität durch den Vergleich mit der eingetretenen Entwicklung berechnet. Für das wichtigste Vorhersagegebiet des DWD „Nordatlantik und Europa“ bedeutet dies eine im Mittel stetige Zunahme der Vorhersagequalität. Dabei fallen drei sprunghafte Verbesserungen auf: 1991 durch die Einführung des ersten globalen NWV-Modells (GM), 2004 durch Verbesserungen in der Datenassimilation und 2015/2016 durch die operationelle Inbetriebnahme des neuen globalen Modells von ICON und die Ensemble-Datenassimilation En-VAR. Eine sieben-tägige Bodendruckvorhersage des Modells ICON im Jahr 2016 weist eine deutlich höhere Qualität als eine eintägige Vorhersage mit dem Modell BKL (Baroklines Modell) im Jahr 1968 auf.

## 50 Jahre Ozonmessungen am Hohen Peißenberg

Nach eingehenden Tests mit verschiedenen Ozon- und Radiosonden begann am 2. November 1966 um 10:12 UTC mit Ballonaufstieg Nummer 138 die nun schon über 50-jährige Hohenpeißenberger Ozonmessreihe. Damals war geplant, mit Ozon- und Temperaturprofilen bessere Informationen über die untere Stratosphäre und den Tropopausenbereich zu erhalten und sie zur Verbesserung der Wettervorhersage zu nutzen. Niemand dachte an Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKWs), an Ozonzerstörung, an zunehmende Treibhausgase oder an Klimaänderung. In den 1970er Jahren wurde erkannt, dass langlebige FCKWs aus Kälteanlagen und Treibmitteleinsatz sich auf der ganzen Welt verbreiten und in der Stratosphäre ozonzerstörendes Chlor freisetzen. Zunächst sollten die Auswirkungen auf die Ozonschicht aber gering bleiben und beschränkt auf Höhen um die 40 Kilometer. Dennoch wurde in den USA bereits 1977 der Einsatz von FCKWs in Spraydosen verboten. Die Entdeckung des Antarktischen Ozonlochs 1984 mit extremem Ozonabbau zwischen 15 und 25 Kilometern Höhe kam dann völlig unerwartet. Das Ozonloch zwang zum Handeln! 1985 verpflichtete sich die internationale Staatengemeinschaft mit dem Wiener Abkommen zum Schutz der Ozonschicht. 1987 wurde im Montrealer Protokoll ein Produktionsstopp für FCKWs vereinbart. Diese Maßnahmen wurden nach und nach verschärft und auf weitere ozonzerstörende Substanzen ausgedehnt.

Lange Ozonmessreihen, wie die von Hohenpeißenberg, zeigen die deutliche Ozonzerstörung durch FCKWs von Ende der 1960er Jahre bis Mitte der 1990er. Sie zeigen aber auch, dass das Montrealer Protokoll sehr erfolgreich war und die Ozonschicht gerettet hat: FCKWs werden nicht mehr produziert. Seit Ende der 1990er ist das Ozon nicht mehr weiter zurückgegangen, sondern nimmt wieder langsam zu. Allerdings verschwinden die FCKWs nur über viele Jahrzehnte aus der Atmosphäre. Die Erholung der Ozonschicht auf Werte wie in den 1960er wird erst für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts erwartet. Die Klimaänderung mit Erwärmung der Troposphäre



Entwicklung der Jahresmittel der Ozon-Gesamtsäule aus Messungen am Hohen Peißenberg. Neben den Messwerten (schwarze Punkte) ist auch eine Rekonstruktion der Daten (graue Regressions-Kurve) aus menschlichen und natürlichen Einflussfaktoren gezeigt. Die roten Trendlinien (invers dargestellt) zeigen dabei den Einfluss der FCKWs (die bis 1996 zunahmen und seither abnehmen). Die anderen farbigen Kurven zeigen die Auswirkung von wechselnden Stratosphärenwinden am Äquator (Quasi-Biennale-Oszillation QBO), von Wetterlagen über dem Nordatlantik (Arktische Oszillation), von großen Vulkanausbrüchen, vor allem El-Chichon 1983 und Pinatubo 1991, sowie von der Sonnenaktivität, die im 11-jährigen Sonnenzyklus schwankt. // Quelle: DWD

und Abkühlung der Stratosphäre könnte ebenfalls eine Rolle spielen. Was genau passieren wird, kann jedoch nur nachvollzogen werden, wenn genaue Messreihen, wie die an den beiden DWD-Observatorien Hohenpeißenberg und Lindenberg, fortgeführt werden.

## 50 Jahre Hochleistungsrechnen – Ausbau der Kernproduktion für den DWD

Der heutige Hochleistungsrechner des DWD verfügt über die 450 millionenfache Rechenleistung des ersten Rechners von 1966. Der Hauptspeicher des CDC 3800 im Jahr 1966 hatte eine Kapazität von 128 Kilobyte, heute liegt sie beim Cray XC40 bei 122 Terabyte, das ist eine Milliarde Mal so viel. Einer Recheneinheit im Jahr 1966 stehen heute fast 30 000 Recheneinheiten gegenüber. Diese Zahlen zeigen eindrucksvoll, wie sich Hochleistungsrechner entwickelt haben.

Nachdem im Mai 2014 die meteorologische Kernproduktion des DWD auf neue Hochleistungsrechner umgezogen wurde, konnte im Jahr 2016 die Rechenleistung nochmals erhöht werden.

Um den stetig steigenden Anforderungen der numerischen Wettermodellierung Rechnung tragen zu können, hat der DWD mit der amerikanischen Firma Cray Inc. einen Ausbau der seit 2014 operationell betriebenen Hochleistungsrechner-systeme vereinbart. Dabei wurden Prozessoren einer älteren Generation gegen aktuelle Modelle getauscht und die Anzahl der insgesamt eingesetzten Rechenkerne

auf knapp 30 000 gesteigert. Dank der modularen Bauweise der Rechnersysteme konnte die Erweiterung mit nur wenigen Stunden Betriebsunterbrechung durchgeführt werden. Aufgrund der insgesamt doppelt ausgelegten Produktionskapazitäten bemerkten auch die Kunden des DWD von diesem Umbau nichts. Die beiden Rechnersysteme belegen die Plätze 140 und 141 in der Liste der 500 schnellsten Computer der Welt vom November 2016.

Mit der circa 60-prozentigen Steigerung der Rechenleistung sowie dem fortschreitenden Ausbau des Ensemblevorhersagesystems wachsen die produzierten und zu verarbeitenden Datenströme immer weiter an. Bereits heute werden allein von den Vorhersagemodellen täglich über zwölf Terabyte Daten generiert. Der DWD hat daher gleichzeitig zum Ausbau der Hochleistungsrechner auch die von der japanische NEC Corporation gelieferten Datenhaltungssysteme vergrößert. Auch dieser Umbau konnte ohne Unterbrechung des operationellen Betriebes durchgeführt werden. Insgesamt stehen damit für die Kernproduktion nun über 13 Petabyte an Festplattenspeicher bereit, zusätzlich zu dem Magnetbandarchiv, welches nochmal ein Vielfaches dieser Datenmenge aufnehmen kann.

Mit der hinzugewonnenen Rechenleistung soll das Ensemblevorhersagesystem des DWD weiter ausgebaut und die räumliche sowie zeitliche Auflösung der Modelle verfeinert werden.



**Erste Ausbaustufe des Cray XC40**

// Quelle: Henning Weber

## Meteorologischer Zoom gleichsam ein Quantensprung

Im Juli 2016 führte der DWD sein neues Warnmanagement ein: Statt der bisher 400 Landkreise warnt er nun die rund 10 000 Gemeinden in Deutschland vor Wettergefahren. „Mit den neuen Gemeindefarnungen setzt das Warnsystem des DWD Maßstäbe. Wir sind damit auf dem Stand des technisch-wissenschaftlich Möglichen – auch im internationalen Vergleich“, so DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian.



1

2

1-3

Beispiele für Warnungen auf der Ebene von Stadtbezirken in Berlin // Quelle: DWD



3

Im Rahmen einer Pressekonferenz in Berlin wurde das neue Warnsystem der Öffentlichkeit vorgestellt. Das nun noch feinere meteorologische Zoom auf einzelne Gemeinden oder Stadtteile in Großstädten wurde als ein Quantensprung im Warnsystem bezeichnet. Ermöglicht wurde das vor allem durch mehr Beobachtungsdaten, verbesserte Vorhersagemodelle und ein leistungsstärkeres Großrechenzentrum. Die Resonanz war entsprechend groß: Die Pressekonferenz besuchten gut 50 Medienvertreter; in allen Hauptnachrichten der Fernseh- und Rundfunksender gab es Berichte und nahezu alle Tageszeitungen nahmen die Meldung auf.



←  
 Großer Andrang bei der Pressekonferenz des DWD in Berlin, bei der die Umstellung des Warnmanagements auf Gemeinde- und Stadtbezirksebene bekannt gegeben wurde.  
 // Quelle: Gerhard Lux

Obwohl seit 2003 weder die Politik, die Einsatzkräfte vor Ort noch die Öffentlichkeit grundsätzliche Kritik am Warnmanagement des DWD geäußert hätten, sei der Wunsch nach lokaleren Vorhersagen und Warnungen berechtigt. Denn viele Landkreise seien deutlich größer als die meteorologischen Phänomene, vor denen gewarnt werden soll. So sei es immer wieder vorgekommen, dass der DWD zwar richtig vor Gewittern in einem Landkreis warnte - obwohl absehbar nur ein Teil des Kreises tatsächlich betroffen war. Auch die Einsatzkräfte der Katastrophenhilfeeinrichtungen forderten vom DWD eine immer höhere räumliche und zeitliche Auflösung der Warnungen, um den wachsenden Anforderungen an die Planung und Steuerung ihrer Einsätze gerecht zu werden.

Bei großflächigen Winterstürmen oder Dauerniederschlägen, die zu Flusshochwasser führen, seien zwölf oder auch mehr Stunden Vorlauf machbar, so Gerhard Adrian. Bei sommerlichen Gewittern sei für die Vorhersageteorologen des nationalen Wetterdienstes manchmal schon eine halbe Stunde eine Herausforderung.

## Erweiterung der WarnWetter-App zur Naturgefahren-App

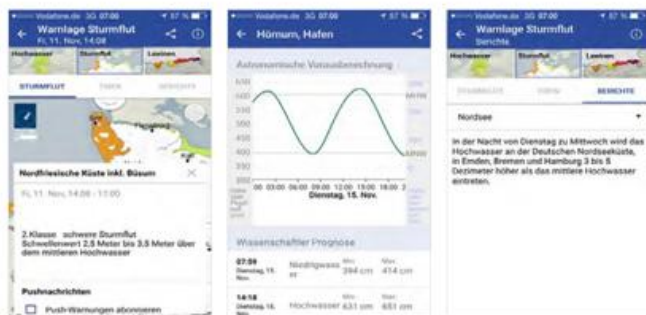
Frühzeitige und überall verfügbare Warnungen vor Naturgefahren können Leben retten und Schäden vermeiden. Deshalb erweiterte der Deutsche Wetterdienst (DWD) seine WarnWetter-App und warnt jetzt auch vor Gefahren durch Lawinen, Hochwasser und Sturmflut.



↑  
 Warnungen vor Hochwasser // Quelle: DWD

Die Integration der neuen Warnungen in die WarnWetter-App wurde durch eine enge Kooperation des Hochwasserportals der Länder, der Bayerischen Lawinenzentrale sowie der Bundesbehörden Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und DWD ermöglicht.

Die App warnt ab sofort in drei Gefährdungsstufen für Gebirgsregionen wie die Bayerischen Voralpen vor Lawinen und unterscheidet dabei zwischen Berg- und Tallagen. Zugleich wird die gefährdete Hangrichtung angezeigt. Ein Text erläutert die Warnung und beschreibt, wie sich die Lawinengefahr bis zum Folgetag verändern wird. Bei den Sturmflutwarnungen für die deutsche Nord- und Ostseeküste bietet die App jetzt Warnmeldungen für je fünf Regionen an, wie zum Beispiel das Elbegebiet. Die Warnungen können als Push-Nachrichten abonniert werden. Schließlich stellt die WarnWetter-App ab sofort die Hochwassergefahrenlage in den Bundesländern dar. Bei Hochwassergefahr werden in der App die Gefahrenstufen farblich markiert. Beim Anklicken einzelner Pegel wird eine Einordnung der aktuellen Hochwasserlage und Gefahrensituation angezeigt. Die Erweiterung erfolgte im November des vergangenen Jahres.



1

Darüber hinaus integrierte der DWD im Sommer 2016 bereits Warnungen vor Sonnenbrandgefahr durch ultraviolette Strahlung (UV) und vor regionaler Wärmebelastung in die WarnWetter-App. Außerdem wird durch die Darstellung von Blitzen in den aktuellen Radarbildern sichergestellt, dass Nutzer in betroffenen Gebieten bei Blitzschlag rechtzeitig Schutz suchen können.

1

Warnungen vor Sturmflut // Quelle: DWD

2

Warnungen vor Lawinen // Quelle: DWD



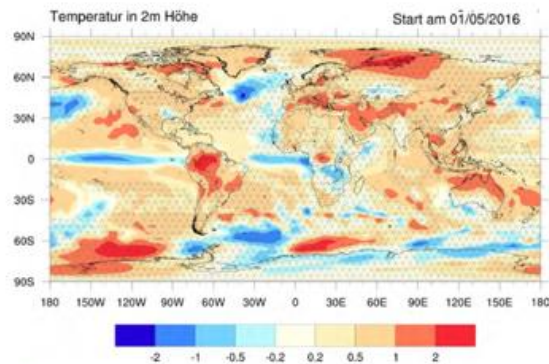
2

## Jahreszeitevorschagen mit dem German Climate Forecast System

Gemeinsam mit dem Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) der Universität Hamburg und dem Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) ein Vorhersagesystem für Jahreszeiteprognosen entwickelt.

Jahreszeitevorschagen sind grundsätzlich möglich, da im eigentlich chaotischen Verhalten des Klimasystems Strukturen beobachtet werden können, die sich durch das Zusammenspiel aller Klimakomponenten ergeben. So speichern Boden, Ozean und Meereis Wasser und Wärme aus der Atmosphäre und geben diese über einen längeren Zeitraum und teilweise an anderen Orten wieder ab. Sie sind gewissermaßen das Langzeitgedächtnis der Atmosphäre und machen es möglich, auf längeren Zeitskalen Prozesse vorherzusagen.

Ein Vorhersagesystem für Jahreszeiten und auch für andere Klimavorhersagen unterscheidet sich deutlich von dem der Wettervorhersage. Das Atmosphären-/Land-Modell muss mit einem Ozean-Meereismodell gekoppelt werden, um die Wechselwirkungen im Klimasystem besser zu beschreiben. Das neue Jahreszeitevorhersage-System mit dem Namen „German Climate Forecast System“ (GCFS) nutzt hierfür das bereits existierende Erdsystemmodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-ESM), das im Kern für Klimaprojektionen entwickelt wurde. Damit das Klimamodell zu einem aktuellen Zeitpunkt gestartet werden kann, werden spezielle Methoden angewandt (Datenassimilation), um für das Modell die Beobachtungen in Atmosphäre und Ozean aufzubereiten.



*Globale Jahreszeitevorhersage mit GCFS1: Dargestellt ist die prognostizierte gemittelte Abweichung aller 30 Vorhersagelösungen für den Sommer 2016 (Juni, Juli, August), bei Vorhersagestart im Mai 2016. Die Abweichungen ergeben sich aus der Differenz der aktuellen Vorhersagen vom Klimamittelwert der Jahre 1981 - 2014. Für diesen Zeitraum wurde auch die Güte der Vorhersagen ermittelt. In den Regionen, in denen die Vorhersage des Mittelwertes gut mit den Beobachtungen korreliert, wird auf die Schraffur verzichtet. // Quelle: DWD*

Die Vorhersagen selbst stellen Prognosen zu Abweichungen von Klimazeiträumen dar. Um eine solche Anomalie bzw. einen kalten oder warmen Trend vorherzusagen, werden auch die Vorhersagen des Klimareferenzzeitraums benötigt. Die große Anzahl der historischen Vorhersagen liefert eine gute statistische Grundlage für die Qualitätsbewertung der Prognosen. Um eine Abschätzung zu erhalten, wie unsicher die Prognosen sind, wird jede Vorhersage vielfach gerechnet, mit jeweils kleinen Änderungen im Anfangszustand. Diese so genannte Ensemble-Methode wird auch in der Wettervorhersage angewandt.

Saisonale Prognosen dienen als Entscheidungshilfen für längerfristige Planungen. Zurzeit ist vor allem, aber nicht nur, in Europa die Unsicherheit durch die Modellqualität noch größer als die natürliche Variabilität des Klimas. Deshalb werden die Jahreszeitenvorhersagen mit einem Qualitätsmerkmal versehen. Global gibt es bereits einige Regionen, in denen die Qualität der Vorhersagen den Bedarf der Nutzer nach langfristigen Aussagen decken kann. Für Nutzer ist es daher wichtig, Unsicherheiten oder Wahrscheinlichkeiten zu kennen und mit in die Planungen einzubeziehen.

## Agrarmeteorologie: Zusammenarbeit mit den Bundesländern und dem BMEL

In der Landwirtschaft gewinnt der schonende Umgang mit Umwelt und Ressourcen mehr und mehr an Bedeutung. Agrarmeteorologische Informationen unterstützen eine unter ökologischen und ökonomischen Aspekten optimierte landwirtschaftliche Produktion. Dies betrifft z. B. Themen wie Bodenbearbeitung, Boden- und Pflanzenschutz, Klimafolgenforschung oder Düngung.



**Aufgehende Saat im Herbst**

// Quelle: Hans Richard Henkes

Auf der Basis von neu geschlossenen Verwaltungsvereinbarungen mit den Ländern Sachsen und Sachsen-Anhalt stellt der DWD agrarmeteorologische Services bereit, um die Länder bei der Beratung der Landwirte zu unterstützen. Diese Informationen reichen vom Zeitpunkt der optimalen Anwendung von Düngungsmaßnahmen über Daten zum Bodenwasserhaushalt bis hin zum Befallsrisiko durch bestimmte Schädlinge. Alle Informationen fließen in die neu konzipierte Internetplattform ISABEL, das Informationssystem für Agrarmeteorologische BEratung der LÄnder. Ziel ist es, dass sich alle Bundesländer diesen Verwaltungsvereinbarungen anschließen.

Der DWD unterstützt darüber hinaus das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und die Landwirtschaftsministerien der Länder mit wichtigen agrarmeteorologischen Informationen, z. B. bei der Bewertung agrarmeteorologischer Extreme oder im Zusammenhang mit der Novellierung der Düngeverordnung. Diese ist erforderlich, da die Europäische Union wegen mutmaßlicher Versäumnisse beim Grundwasserschutz gegen Deutschland beim Europäischen Gerichtshof (EuGH) Klage eingereicht hat. Hintergrund der Klage ist die Grundwasserbelastung durch Nitrat. Als Hauptursache dafür gilt die Landwirtschaft. Organische Düngemittel wie Gülle führen zu einer Überdüngung. Agrarmeteorologische Informationen können beispielsweise bei der Wahl des Düngezeitpunktes unterstützen, so dass die Düngung bei günstigen Temperatur- und Feuchteverhältnissen im Boden erfolgen kann, um so die Belastung zu reduzieren.

## ASDUV\_E: Grundlage für vollautomatische Flughafenwetterbeobachtungen

Der Deutsche Wetterdienst ist nach § 27c bis § 27f Luftverkehrsgesetz verantwortlich für die meteorologische Sicherung der zivilen Luftfahrt in Deutschland. Zur Erfüllung dieser Aufgabe gehört, dass die technischen Einrichtungen zur Erfassung und Verbreitung von meteorologischen Daten an den insgesamt 16 internationalen Verkehrsflughäfen in Deutschland den Nutzeranforderungen entsprechen und höchsten Standards bei Qualität und Stand der Technik genügen.

In diesem Sinne hat der DWD die seit Anfang der 1990er betriebenen automatischen Systeme zur Datenerfassung und Verbreitung (ASDUV) ersetzt.

Beim Wechsel der Systeme von alt nach neu musste in jedem Fall die unterbrechungs- und fehlerfreie Datenerfassung und Generierung der Datentelegramme sowie deren Verbreitung sichergestellt werden. Denn: Ein Systemausfall hätte bei entsprechenden Wetterlagen zur Schließung einer Start-/Landebahn oder auch eines Flughafens führen können.



Im Landebahnbeobachterhaus des Frankfurter Flughafens: Die drei Bildschirme zeigen die Benutzeroberflächen des neuen ASDUV für die Beobachter.  
// Quelle: Sabine Bark

Im April 2016 wurde das Projekt ASDUV\_E („E“ steht für „Ersatz“) erfolgreich abgeschlossen. Alle Flugwetterwarten an den 16 internationalen deutschen Flughäfen und die fünf Luftfahrtberatungszentralen sind mit dem neuen ASDUV ausgestattet. Die meteorologischen Daten der Flughäfen, das sind das 10-Sekunden-Telegramm, halbstündliche METAR, nach Erfordernis SPECI, MET-Report und das so genannte Airport Customer Telegramm, werden mit Hilfe des neuen ASDUV in die DWD-Zentrale geliefert. Ein Teil der Daten wird direkt an die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) übermittelt.

Mit dem Abschluss von ASDUV\_E ist gleichzeitig die Grundlage gelegt, um Anfang des kommenden Jahrzehnts auf die vollautomatische Erfassung von Flughafenwetterbeobachtungen umzustellen.

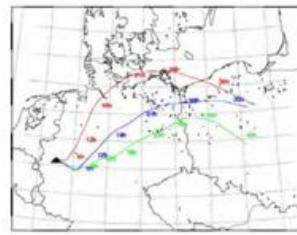
## Radioaktives Selen-75 in der Luft

Die Überwachung der Radioaktivität in der Atmosphäre gehört zu den gesetzlichen Aufgaben des DWD. Das großräumig angelegte Messnetz und die Kommunikationstechnik zur Übertragung der Messdaten schaffen dafür die Voraussetzungen.

Seit 1955 werden regelmäßig radioaktive Stoffe gemessen. So wurden die Folgen der Kernwaffentests in den 1950er und 1960er Jahren, der katastrophalen Havarien in Tschernobyl 1986 und in Fukushima 2011 messtechnisch erfasst.

Im Jahr 2016 waren die 48 Messstellen des DWD mit kontinuierlich messenden Aerosolmonitoren zur Frühwarnung bei kerntechnischen Ereignissen ausgestattet. Mittels weiterer hochempfindlicher Messverfahren werden geringste Spuren radioaktiver Stoffe detektiert. Damit wird der Pegel der natürlichen Radioaktivität ständig ermittelt, monatlich im Internet und jährlich im Bericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) veröffentlicht.

Im Dezember konnte aufgrund dieser hochempfindlichen Messungen eindeutig das Radionuklid Selen-75 in der Luft detektiert werden. Selen-75 wird in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (ZFP) in Form umschlossener Strahlenquellen eingesetzt. Für diese hoch radioaktiven Strahlenquellen gelten besondere Meldepflichtungen. Bei einer Firma im Regierungsbezirk Düsseldorf, die technische Strahlengeräte handhabt, wurde am 12. Dezember 2016 aufgrund eines Arbeitsunfalls Selen-75 freigesetzt. Es kam zu Kontaminationen, die auf Teile des Betriebsgeländes verschleppt wurden. Die zuständige Bezirksregierung hatte in Zusammenarbeit mit den betroffenen Firmen die notwendigen Maßnahmen veranlasst. Eine radiologische Belastung in der Umgebung wurde ausgeschlossen.



Vorwärtstrajektorien mit Starttermin

12.12.2016; Starthöhen: 1000 hPa/rot,

950 hPa/grün, 900 hPa/blau // Quelle: DWD

Seitens des DWD wurde eine großräumige Verteilung dieses radioaktiven Stoffes an sechs Messstationen festgestellt. Es waren nur wenige Millionstel Becquerel pro Kubikmeter Luft, d. h. ein Millionstel der Messwerte, die in Deutschland unmittelbar nach der Freisetzung in Tschernobyl gemessen worden waren. Die Verfrachtung von der Quelle bis zu den Messorten lässt sich anhand von Trajektorienrechnungen sehr gut belegen. Nahe der Quelle wurden in Essen ca. 59  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  gemessen, aber entsprechend der Verfrachtung in der Luft an der Wetterwarte Fehmarn in einer Entfernung von 400 km noch 11  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ .

### Messergebnisse für Selen-75

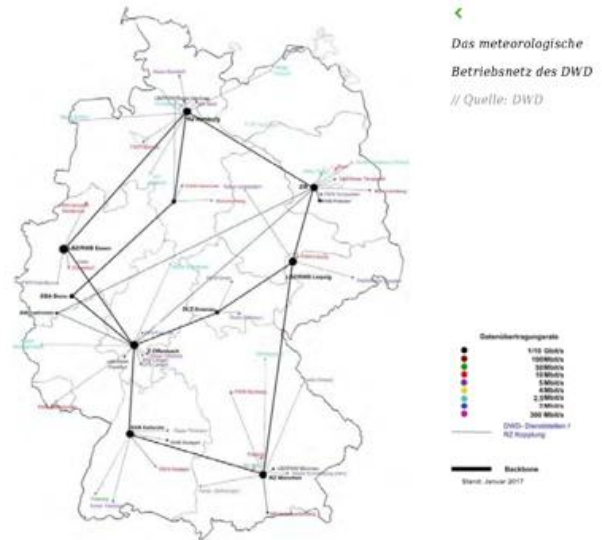
Station	Sammelzeitraum	Aktivitätskonzentration Selen-75 in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$	Unsicherheit in %	Nachweisgrenze in $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$
Lingen	KW50	3,4	8,8	1,8
Essen	KW50	59	6,2	7,0
Norderney	KW50	3,5	11,6	4,1
Schleswig	KW50	4,1	7,2	1,5
Fehmarn	KW50	11	6,9	3,3
Potsdam	KW50	0,6	7,6	0,3

## Upgrade im meteorologischen Betriebsnetz auf 10 Gbit/s

Die Umsetzung strategisch wichtiger Verfahren des DWD erfordert in der heutigen digitalen Zeit eine leistungsfähige und stabile Netzwerkinfrastruktur. Um das zu realisieren, wurde diese im DWD nach den Leistungs-, Verfügbarkeits- und Flexibilitätskriterien für große Serviceprovider und anhand der für die DWD-Verfahren relevanten Datenflüsse konzipiert und aufgebaut.

Damit entstand die hier abgebildete Struktur, bestehend aus einem breitbandigen Backbone und daran angeschlossenen Access-Verbindungen. Zusammen bilden diese das meteorologische Betriebsnetz.

Um die geforderte Flexibilität, Performance und vor allem die hohe Verfügbarkeit von 99,99 Prozent sicherzustellen, wird im Backbone auf hochleistungsfähige optische Technik mit allen dort verfügbaren Umschaltmechanismen geachtet. Darüber hinaus werden die Primär- und Backup-Pfade im Fasernetz komplett getrennt geführt. 2016 wurde die Kapazität von 1 Gbit/s auf 10 Gbit/s erhöht. Gleichzeitig wurde eine Verschlüsselung auf den optischen Übertragungsstrecken eingeführt und die komplette Backbone-Router-Hardware durch hochleistungsfähige Carrier-Class-Geräte ersetzt.



Nach Abschluss dieser Maßnahmen ist der DWD nun bestens gerüstet, seine strategischen Vorhaben umzusetzen. Dazu gehörten u. a. das integrierte Vorhersagesystem SINFONY zur nahtlosen Vorhersage von null bis zwölf Stunden, die Verbesserung der Warnungen vor kritischen Wetterereignissen, die Datenabgabe an Partner und Kunden sowie die Ausweitung der Kooperationen auf dem Gebiet der meteorologischen Forschung. Der DWD ist damit ebenfalls in der Lage, diese Infrastruktur für alle Behörden im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) weiterhin gemäß den Anforderungen ihrer Fachverfahren zu betreiben und so eine hohe Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

## Teilbestand der WMO-Bibliothek übernommen

Die Deutsche Meteorologische Bibliothek hat einen Teilbestand der Bibliothek der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) in Genf als Schenkung übernommen.



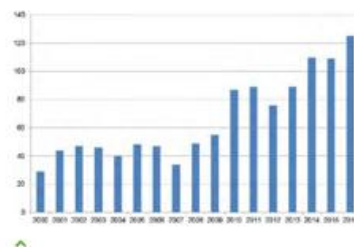
◀ Zu den Schätzen in der Deutschen Meteorologischen Bibliothek sind weitere dazugekommen.  
// Quelle: Denise Bergmann

Da der repräsentative Lesesaal der WMO bis zum Jahresende 2016 geräumt werden musste, waren eine schnelle Entscheidung und ein zügiger Transfer der Publikationen von Genf nach Offenbach notwendig. Es konnten 370 bisher noch nicht vorhandene Bücher und zehn bislang unberücksichtigte Zeitschriftenreihen, wie „Polar Science“ oder „Natural Hazards“, in den Bestand der DWD-Bibliothek integriert werden. Durch die Übernahme dieser Literatur konnte der Mehrwert des meteorologischen Bücherbestandes der WMO gesichert werden. Künftig sind diese Medien für alle Interessenten aus dem In- und Ausland besser zugänglich, ob direkt durch Einsichtnahme im Lesesaal oder über die so genannte Fernleihe, zum Beispiel an einer Universitätsbibliothek.

## Erneut Steigerung bei der Zahl der Publikationen

Die Zahl der Publikationen beim DWD bleibt weiterhin auf hohem Niveau 📈. Neben etlichen Selbstverlags- und Pressepublikationen waren es insbesondere die peer-reviewten Artikel in international renommierten Fachzeitschriften, die im Fokus der Aufmerksamkeit standen.

Die Zahl dieser Veröffentlichungen hat sich gegenüber dem Vorjahr deutlich erhöht. Es wurden im Jahr 2016 insgesamt 125 Artikel publiziert, bei denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des DWD als Haupt- oder Koautoren beteiligt waren. Das ist eine Steigerung von 15 Prozent gegenüber dem Jahr 2015.



Entwicklung der Publikationsaktivitäten im DWD // Quelle: DWD

**1**  
Darstellung von Satellitenbildern in der  
DWD-WarnWetter-App // Quelle: DWD



**1**



**2**

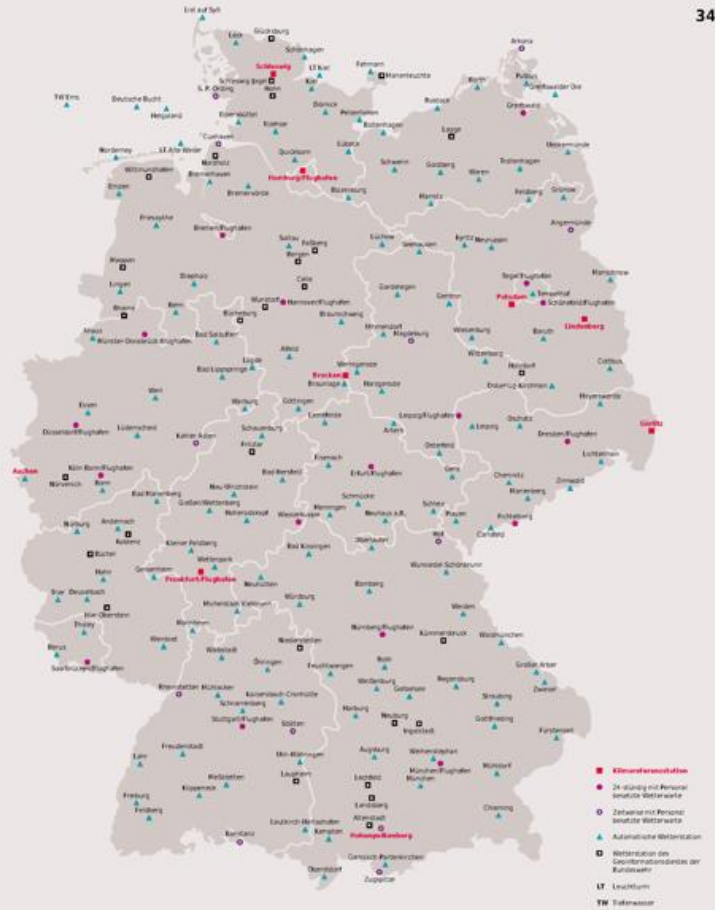


**3**

**2 + 3**  
Verschiedene Darstellungen von Satelliten-  
bildern im so genannten TrIVis-Programm.  
Das ist ein professionelles Visualisierungssystem,  
das insbesondere Medien für die Darstellung  
von Wetterberichten verwenden.  
// Quelle: DWD

## Bodenmessnetz: hauptamtliche Stationen<sup>1</sup>

- ▶ **182** Hauptamtliche Wetterwarten und Wetterstationen
  - ▶ **24** 24-stündig mit Personal besetzte Wetterwarten
  - ▶ **12** Zeitweise mit Personal besetzte Wetterwarten
  - ▶ **146** Vollautomatische Wetterstationen
- ▶ **10** Aerologische Stationen
  - ▶ **6** Vollautomatische Stationen (Autolauncher)
  - ▶ **2** Mit Ozonaufstiegen
- ▶ **119** Stationen mit Strahlungsmessungen
  - ▶ **119** Globalstrahlung
  - ▶ **119** Diffuse Himmelsstrahlung
  - ▶ **11** Atmosphärische Wärmestrahlung
- ▶ **48** Stationen mit Radioaktivitätsmessungen
- ▶ **18** Radarstandorte
  - ▶ **1** Qualitätssicherungsradar
- ▶ **28** Bodenwetterstationen des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr



<sup>1</sup> Inklusive der Stationen des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr

Stand 31. Dezember 2016

### Bodenmessnetz: nebenamtliche Stationen

- ▶ **1779** Ehrenamtlich betreute Wetterstationen
  - ▶ **838** Stationen melden automatisch stündlich online
  - ▶ **713** Stationen melden täglich per Handeingabe

### Das phänologische Netz

- ▶ **51** Beobachtungsstellen an hauptamtlichen Stationen
- ▶ **1182** Phänologische Beobachtungsstellen
  - ▶ **371** Phänologische Sofortmeldestellen

### Das maritime Netz

- ▶ **483** Stationen
  - ▶ **2** Bordwetterwarten
  - ▶ **481** Ehrenamtlich betreute Beobachtungsstellen

### Im Detail: Das Mess- und Beobachtungsnetz des DWD in Hessen und Thüringen

Der DWD verfügt deutschlandweit über ein Messnetz von rund 2000 Stationen. Wir wollen an dieser Stelle das Messnetz in den Bundesländern vorstellen. In diesem Jahr sind Hessen und Thüringen an der Reihe.



- ▶ **2** 24-stündig mit Personal besetzte Flugwetterwarten
- ▶ **1** 24-stündig mit Personal besetzte Wetterwarte
- ▶ **17** Automatische Wetterstationen
- ▶ **42** Automatische Klimastationen
- ▶ **7** Automatische Windstationen
- ▶ **68** Automatische Niederschlagsstationen
- ▶ **126** Konventionelle Niederschlagsstationen
- ▶ **169** Phänologische Beobachtungsstellen
- ▶ **1** Wetterstation des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr

# Globale Zusammenarbeit & Internationale Projekte

## 50 Jahre Numerische Wettervorhersage



1

1  
Darstellung des Barotropen Modells im Jahre 1972 für eine Vorhersage von 24 Stunden.  
// Quelle: DWD

2

Die dritte Modellgeneration (BKF) rechnete auf der Basis von einer Maschenweite von 254 Kilometern und für neun Schichten.  
// Quelle: DWD

3

Seit 2015 ist die neunte Modellgeneration (ICON) operationell: Die Maschenweite beträgt 13 Kilometer bei insgesamt 90 Schichten.  
// Quelle: DWD



2



3

## Weltorganisation für Meteorologie 🌐

# WMO

Der jährlich tagende WMO-Exekutivrat traf sich vom 15. bis 24. Juni 2016 zu seiner insgesamt 68. Sitzung in Genf. Neben dem WMO-Kongress, der alle vier Jahre stattfindet, stellt der Exekutivrat das wichtigste Steuerungsgremium der WMO dar. Der Präsident des DWD, Prof. Dr. Gerhard Adrian, vertritt die Bundesrepublik Deutschland als gewähltes Mitglied im Exekutivrat. Eine der Hauptaufgaben des Rates besteht darin, die Beschlüsse des WMO-Kongresses umzusetzen.

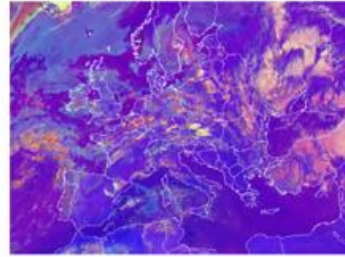
Ein wichtiger Auftrag des WMO-Kongresses ist es, die beschlossene Überprüfung der WMO-Steuerungsstrukturen, die deutlich effizienter gestaltet werden sollen, fortzuführen. Der Exekutivrat hat dazu eine Arbeitsgruppe beauftragt, die bis zum nächsten Kongress im Jahr 2019 Vorschläge entwickeln soll.

Der kontinuierliche Reformprozess der WMO schlägt sich auch in einer Umstrukturierung des Sekretariats nieder. So wurden u. a. die Klimaaktivitäten einschließlich des Global Framework for Climate Services (GFCS) und des Global Climate Observing System (GCOS), die bisher dem Sekretariat zugeordnet waren, im „Climate and Water Department“ unter Leitung von Dr. Johannes Cullmann zusammengefasst.

Außerdem bekräftigte die WMO die fortlaufende Unterstützung für die Umsetzung der neuen Klimaschutz-Vereinbarung, das so genannte Paris Agreement, sowie die Ausrichtung der WMO-Aktivitäten an der Agenda 2030 der Vereinten Nationen. Der Exekutivrat betonte die wichtige Rolle der nationalen Wetterdienste mit

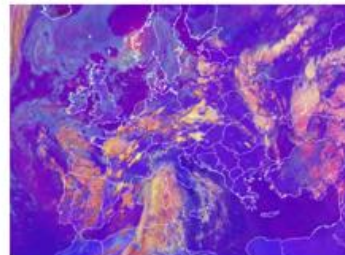
### Die Wetterlage vom 27. Mai bis 8. Juni 2016 in Europa aus der Sicht von Wettersatelliten

37



Am 27. Mai befanden sich die meisten Gewitter im Osten des Gebietes, mit vereinzelten Gewitterzellen in einer bogenförmigen Linie, die von Frankreich bis nach Ungarn reichte.

// Quelle: EUMETSAT



Am 28. Mai hatte die Gewitteraktivität deutlich zugenommen, der Bogen mit ausgedehnten Gewitterzellen reichte von Spanien über Westeuropa nach Polen. Auch im Osten und über dem Mittelmeer traten Gewitter auf. // Quelle: EUMETSAT

ihren Daten und Forschungsergebnissen zur Arbeit des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, Weltklimarat) und United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, Klimarahmenkonvention).

Bis zum nächsten Kongress soll das integrierte globale Wetterbeobachtungssystem der WMO (WIGOS) operationell eingeführt sein. Damit werden weltweit einheitliche Standards für integrierte Messnetze umgesetzt, die Kundenanforderungen erfüllen, Partnernetze integrieren und über ein Qualitätsmonitoring verfügen.

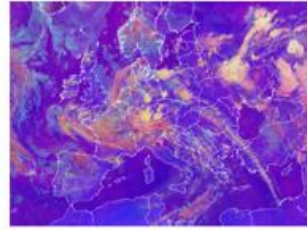
---

## Europäisches Zentrum für Mittelfristige Wettervorhersage 📍

### EZMW

Der Rat des EZMW tagte 2016 unter der Leitung von DWD-Präsident Prof. Dr. Gerhard Adrian und traf wichtige Entscheidungen. Im Frühjahr wurde die neue EZMW-Strategie für die Jahre 2016 bis 2025 beschlossen, die sehr ehrgeizige Ziele setzt. Unter anderem soll der Zeitraum verlässlicher Wettervorhersagen von derzeit ca. einer Woche bis 2025 auf zwei Wochen ausgedehnt werden.

Eine entscheidende Voraussetzung hierfür ist die adäquate IT-Ausstattung und die Unterbringung des künftigen Rechenzentrums. Um die bestmögliche Lösung dafür zu finden, wurde beschlossen, bis Ende des Jahres ein internationales Angebotsverfahren unter den Mitgliedstaaten durchzuführen.



*Am 29. Mai kam es vorwiegend über Deutschland und Polen verschiedentlich zu Gewittern. Obwohl zahlenmäßig gering waren die Gewitter dennoch umfangreich und heftig. Im Osten traten weiterhin umfangreiche Gewitter auf.*

*// Quelle: EUMETSAT*

---

Das jährliche Treffen mit der Leitungsebene des EZMW hat Tradition und fand Anfang November in Offenbach statt: Erstmals unter der Leitung der neuen Generaldirektorin Florence Rabier besuchte der Forschungsdirektor Erlend Källén sowie der neue Direktor der Vorhersageabteilung, Florian Pappenberger, den DWD. Neben politisch-strategischen Themen wie z. B. zum neuen Standort des nächsten Hochleistungsrechners oder dem Einfluss des „Brexit“ auf die Arbeit des Zentrums, wurde der Entwicklungsstand des Vorhersagemodells ICON sowie des Integrated Forecasting System des Zentrums diskutiert.

## Europäische Organisation zur Nutzung von meteorologischen Satelliten 📡

### EUMETSAT

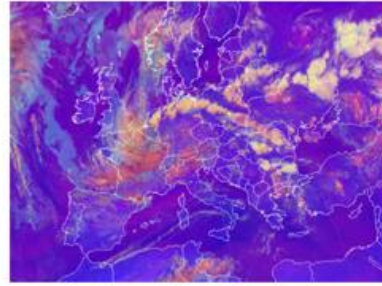
Die Entwicklungsarbeiten der nächsten Generation von Instrumenten der Pflichtprogramme Meteosat Third Generation (MTG) und EUMETSAT Polar System Second Generation (EPS-SG) schreiten voran. Verzögerungen bei den MTG-Entwicklungen führen zu einer Akkumulation der Ausgaben für die Mitgliedstaaten.

Im Rahmen des Copernicus-Programms wurde der Erdbeobachtungssatellit Sentinel-3A erfolgreich gestartet. EUMETSAT ist für den Betrieb des Satelliten zuständig. Seit die Inbetriebnahme abgeschlossen ist, stehen erste Produkte zur Überwachung der Ozeanoberfläche bereit.

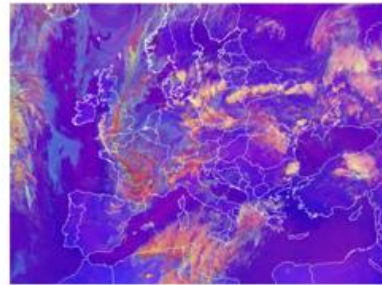
Vor genau 50 Jahren begann in Deutschland das Zeitalter des Satellitendatenempfangs. Im Rahmen einer Informations- und Festveranstaltung am 18. Mai gab es sowohl einen historischen Rückblick als auch die Vorstellung laufender und zukünftiger Entwicklungen, u. a. bei EUMETSAT und der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Am 1. November besuchte ein Expertenteam von EUMETSAT den DWD, um vor Ort über Entwicklungen und Potenzial der nächsten Generation geostationärer Satelliten (MTG) zu informieren. Die Starts der Satelliten mit Imaging- bzw. Sounding-Instrumenten sind zurzeit für 2021 bzw. 2022 geplant.

Im Dezember wurden im Rahmen der Ratssitzung die Verträge zur Umsetzung der dritten Phase des Satellite Application Facilities (SAF) Netzwerks unterzeichnet. Der DWD wird weiter die Gesamtverantwortung des SAF für Klimamonitoring übernehmen und wird zusätzlich erstmals als Mitglied im SAF für Numerical Weather Prediction (NWP SAF) aktiv.



Am 30. Mai verursachte ein Trog über Mitteleuropa eine Gewitterlinie, die von den Niederlanden bis nach Bulgarien reichte. Die Gewittertätigkeit im Osten dauerte an. // Quelle: EUMETSAT



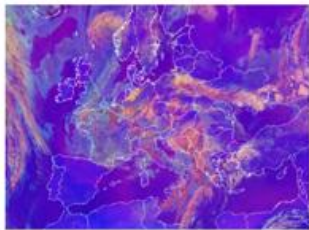
Am 31. Mai schwenkte der Trog über Polen nordostwärts. In der Türkei entstanden verschiedentlich schwere Gewitter. Nahe den Küsten von Algerien und Tunesien kam es zu konvektiven Entwicklungen. // Quelle: EUMETSAT

## Europäische Union – Copernicus

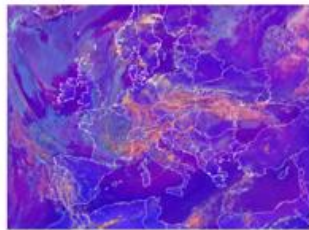
Beim DWD ist die Nutzerkoordination für Deutschland für die Copernicus-Dienste Überwachung der Atmosphäre und des Klimawandels angesiedelt.

Neben direkten vertraglich geregelten Beiträgen des DWD zu diesen beiden Diensten gehört auch der Austausch mit den Nutzern dazu. Daher fand im November in Offenbach ein dedizierter Workshop mit nationalen Nutzern dieser Dienste statt.

Für den Bereich Notfallmanagementsysteme hat der DWD darüber hinaus in einem deutschen Konsortium die Qualitätssicherungsaufgaben des meteorologischen Datensammlungssystems im Europäischen Hochwasserfrühwarnsystem (European Flood Awareness System, EFAS) übernommen.



1



2

## Bilaterale Zusammenarbeit

Im Jahr 2016 wurde schwerpunktmäßig im Frühjahr und im Herbst die bilaterale Kooperation zwischen DWD und anderen nationalen Wetterdiensten aktiv fortgeführt.

Bei Gesprächen mit den Direktoren der Wetterdienste der Schweiz (MeteoSchweiz), Ungarns (OMSZ), der Tschechischen Republik (CHMI) und Finnlands (FMI) ging es vor allem um den gegenseitigen Austausch zu neuen Entwicklungen in den jeweiligen Wetterdiensten sowie über strategisch-politische Ansichten zur Arbeit in internationalen Organisationen. Des Weiteren wurden jeweils einige neue konkrete Projekte zur Zusammenarbeit abgestimmt.

Erstmals seit vielen Jahren besuchten drei leitende Mitarbeiter des israelischen Wetterdienstes IMS den DWD in Offenbach. Schwerpunkt des Expertengesprächs waren die Anforderungen an ein modernes meteorologisches Informationssystem einschließlich Qualitätskontrolle.

1

Auf den Microphysics-RGB-Tag-Bildern von Meteosat-10 vom 1. Juni, 15:00 UTC, sind verschiedene Gewitterzellen über Mittel- und Osteuropa zu erkennen; allerdings sind diese weniger ausgeprägt als die Gewitter der Vortage. // Quelle: EUMETSAT

2

Das Bild vom 2. Juni, 15:00 UTC, zeigt nur wenig Gewitteraktivität. Dies war allerdings nur eine kurze Phase der Erholung, bevor sich weitere Gewitter über Teilen Europas entladen. // Quelle: EUMETSAT

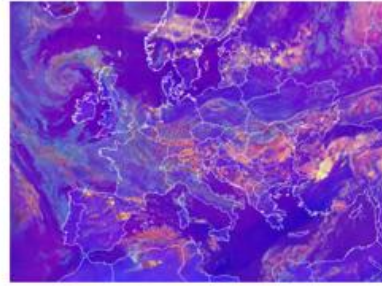
Im Rahmen des Memorandum of Understanding zwischen DWD und dem Chinesischen Wetterdienst CMA waren Vertreter des CMA in Offenbach und am Observatorium Lindenberg zu Gast. Es gab vielfältige Themen zu besprechen, wie z. B. Numerische Wettervorhersage und Nowcasting sowie Informationsaustausch zu Messnetzen, neue Messsysteme und Qualitätsmanagement.

Die Bemühungen des beim DWD angesiedelten Weltzentrums für Niederschlagsklimatologie (WZN), Niederschlagsdaten aus China in täglicher Auflösung zu erhalten, waren 2016 von Erfolg gekrönt. Es wurde hierzu eine Lizenz zur Datenbereitstellung durch CMA für das WZN sowie die Entsendung eines CMA-Mitarbeiters für eine sechsmonatige Hospitanz zum DWD/WZN vereinbart.

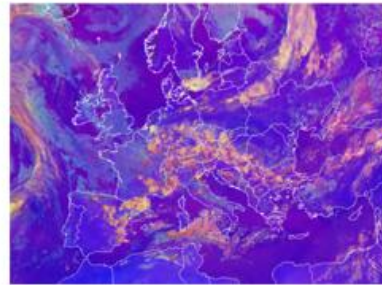
Im September besuchte zum ersten Mal Dr. Richard W. Spinrad, Chefwissenschaftler der US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), den DWD in Offenbach. Themen des Treffens waren beispielsweise die Wechselbeziehungen zwischen Klima, Wetter und Ozeanen, die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des DWD sowie die Umsetzung des GFCS in den USA und Deutschland oder das Hitzewarnsystem.

35 Experten aus zehn europäischen Nationen und den USA trafen sich vom 16. bis 18. November 2016 zum Workshop „Sort-out drought!“ in Dresden-Pillnitz. Die Tagung war gemeinsam von DWD, NOAA, dem Bundesland Sachsen als Gastgeber und dem Europäischen Dürreobservatorium der Europäischen Kommission organisiert worden. Im bundesweiten Vergleich ist der Freistaat Sachsen besonders durch Dürre gefährdet. Ziel des Workshops war es, gemeinsam Wege zu einem globalen harmonisierten Dürreinformationssystem aufzuzeigen und zu dokumentieren. Die enge Zusammenarbeit bei der jeweils nationalen Implementierung von Klimadiensten im Bereich Dürre war bereits 2014 in Heidelberg beim Treffen der WMO-Kommission für Klimatologie vereinbart worden.

Neben dem Themenfeld Dürre arbeiten DWD und NOAA auch zum Phänomen Hitze beim Aufbau ihrer Klimadienste zusammen. Ziel ist in jedem Fall, im Sinne des GFCS den vom Klimawandel betroffenen Sektoren Dienste anzubieten, die klimainformierte Anpassungsentscheidungen ermöglichen oder erleichtern.



Am 3. Juni kam es zu kleineren Gewittern über Skandinavien, im Zusammenhang mit einem Trug auch über Russland. Ein kräftiger Gewitterkomplex entwickelte sich über der nördlichen Türkei, in Spanien und Nord-Algerien traten vereinzelt Gewitter auf. // Quelle: EUMETSAT



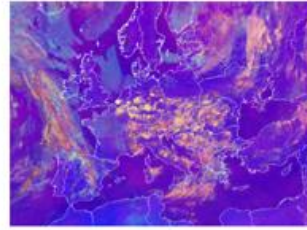
Am 4. Juni nahm die Gewittertätigkeit wieder zu. Gewitterstürme entluden sich über dem Westen Spaniens und zogen über ganz Europa hinweg bis in die Türkei. Im Norden setzte ein Trug eine von Russland bis nach Dänemark reichende Gewitterlinie in Gang. // Quelle: EUMETSAT

1

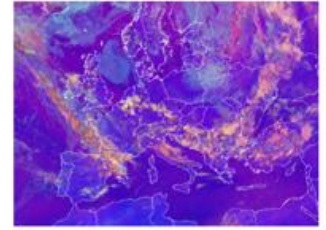
Das Bild vom 5. Juni zeigt ein großräumiges Gebiet mit heftigen Gewittern über Mitteleuropa. Eine westlich von Großbritannien gelegene Front mit Gewitterpotenzial verlagerte sich in Richtung Osten, mit zunehmender Entladungseigung während des Weiterzugs über warmes Land. // Quelle: EUMETSAT

2

Am 6. Juni lagen immer noch zahlreiche Gewitterzellen über Mittel- und Osteuropa. Wie erwartet zog die Front in westlicher Richtung über Irland, Spanien und Frankreich und Gewitter entluden sich entlang ihrer gesamten Länge. // Quelle: EUMETSAT



1



2

## Entwicklungszusammenarbeit

Vom 29. November bis zum 2. Dezember 2016 fand der erste Southern Africa Regional Climate Services Workshop in Victoria Falls, Simbabwe, statt.

Mehr als 50 Teilnehmende von Wetterdiensten aus dem südlichen Afrika sowie von weiteren regionalen und internationalen Interessengruppen diskutierten über den Status, die Relevanz und die Auswirkungen von Klimaservices für das südliche Afrika. Der Workshop zielte insbesondere darauf ab, Lücken zwischen bestehenden und erforderlichen Klimadiensten im Schwerpunktbereich Landwirtschaft und Ernährungssicherheit des Global Framework for Climate Services (GFCS) zu identifizieren.

Der Workshop war Bestandteil des Schweizer Projektes CATCOS (Capacity Building and Twinning for Climate Observing Systems) und wurde gemeinsam vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, dem GFCS-Büro der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), dem Meteorologischen Dienst von Simbabwe und dem Deutschen Wetterdienst (DWD) organisiert.

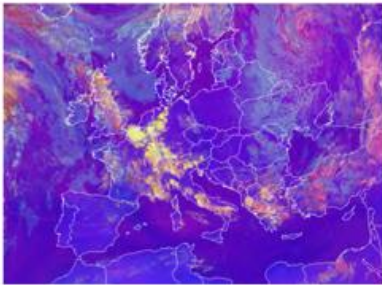
Der DWD stellte seine Arbeit im südlichen Afrika im Rahmen von SASSCAL (Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Use), einem Wissenschaftszentrum für Klimawandel und alternative Landnutzung im südlichen Afrika, mit Postern vor.

## DWD an der Spitze der Meteorology Group der ICAO

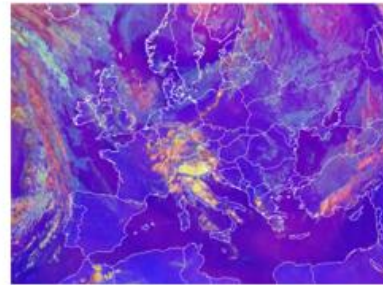
Eine Vertreterin des Deutschen Wetterdienstes (DWD) steht seit Mitte September 2016 der Meteorology Group (METG) vor. Die METG ist eine Arbeitsgruppe der European Air Navigation Planning Group (EANPG) für die europäische und nordatlantische Region der internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO.

Die Gruppe wurde gegründet, um die regionalen Aufgaben im Bereich der Flugmeteorologie zu begleiten bzw. umzusetzen und diese in internationale Zusammenhänge einzuordnen. Die Stellvertreterin der neuen Vorsitzenden kommt aus der Russischen Föderation. Das bedeutet die erste weibliche Doppelspitze in der Geschichte der METG. Der Meteorology Officer der ICAO steht der neuen Vorsitzenden beratend zur Seite.

An Herausforderungen kommt auf das neue Führungsduo u. a. die derzeit laufende Neuorganisation der ICAO und die anstehende Neustrukturierung der flugmeteorologischen Belange und Zuständigkeiten zu. Durch den Vorsitz bekommt der DWD deutlich mehr Sichtbarkeit im internationalen Netzwerk der Flugmeteorologie.



Am 7. Juni lag diese Front quer über Großbritannien und reichte bis nach Italien und von dort weiter nach Griechenland und Albanien. Über Mitteleuropa befanden sich einige schwere Gewitter und auch über Großbritannien bildeten sich Gewitter. // Quelle: EUMETSAT



Das letzte Bild der Sequenz datiert vom 8. Juni. Die Front war noch aktiv und lag über Deutschland, von dort reichte sie weiter bis nach Italien. Es kam zu einigen schweren, großräumigen Gewittern. Im Osten Marokkos entwickelten sich einige einzelne Gewitter. // Quelle: EUMETSAT

## Network of European Meteorological Services ➔

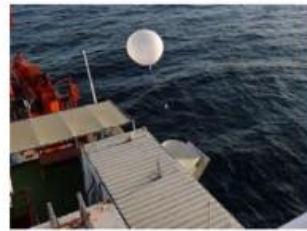
# EIG EUMETNET

Im Rahmen von EUMETNET koordinieren 31 nationale Wetterdienste Europas Arbeiten in wichtigen Tätigkeitsfeldern, vor allem in den Bereichen Wetterbeobachtung und Wettervorhersage. Der Schwerpunkt der EUMETNET-Aktivitäten liegt nach wie vor bei der Koordinierung der verschiedenen bodengebundenen Wetterbeobachtungssysteme. Diese sind vor allem für die Qualität der Numerischen Wettervorhersage von großer Bedeutung.

Der DWD trägt maßgeblich dazu bei, da er für das Management des EUMETNET Beobachtungsprogramms (Observations Programme Management) und des E-ASAP-Programms (EUMETNET Automated Shipboard Aerological Programme, Radiosondierungen von Handelsschiffen) verantwortlich ist.

Bei der Frühjahrssitzung der Generalversammlung (Assembly) war ein zentrales Ergebnis die Verabschiedung einer Strategie der europäischen Wetterdienste unter dem Titel „2016 - 2025 Strategy of the European NMHSs - Towards a network of European NMHSs: collaboration & complementarity“. Die Prinzipien dieser Strategie stellen Leitlinien für die Planung und Organisation von EUMETNET ab 2019 dar.

Zur Vorbereitung dieser nächsten EUMETNET-Programmphase ab 2019, kamen am 7. Juli 2016 Mitglieder der beratenden Komitees zu einer außerordentlichen Sitzung beim DWD zusammen. Es trafen sich 27 Vertreter von 16 Wetterdiensten, um sich über die Zukunft von EUMETNET auszutauschen und gemeinsam einen Arbeitsprozess zu definieren, wie die künftige Zusammenarbeit gestaltet werden soll.



Automatischer Start einer Radiosonde auf dem Forschungsschiff METEOR

// Quelle: Harald Budweg



Automatischer Start einer Radiosonde auf dem Schiff MONTREAL SENATOR

// Quelle: Harald Budweg, Rudolf Krockauer



Prüfung einer automatischen Startvorrichtung für einen Wetterballon auf einem Schiff

// Quelle: DWD



1

1

Testaufstieg mit zwei Ballonen zur Ozonsondierung Ende der 1960er Jahre am Hohenpeißenberg // Quelle: DWD



3



4



2

2

Internationaler Ozonsondenvergleich 1978 am Hohenpeißenberg // Quelle: DWD

3

Gesamt-Ozon Messung mit Dobson Spektrometer Anfang der 1980er Jahre // Quelle: DWD

4

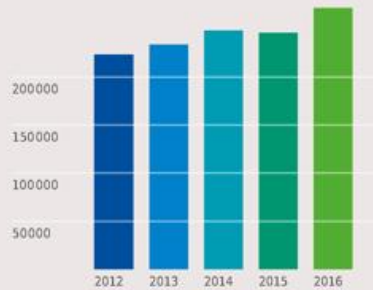
Ozonsondierung heute: Start im Frühjahr 2016 // Quelle: DWD

## DWD kostet jeden Bürger nur 3,30 Euro im Jahr

Der Etat des DWD lag 2016 bei rund 335 Millionen Euro und war damit um etwas mehr als 30 Millionen Euro höher als im Vorjahr. Der tatsächliche Steuermittelbedarf des DWD war dagegen deutlich geringer als der Gesamtetat, da hiervon schon 19,0 Prozent indirekt durch Einnahmen gedeckt waren. Im Jahr 2016 stieg der Bedarf des DWD an Steuermitteln gegenüber dem Vorjahr um mehr als 25 Millionen Euro. Dennoch gab jede Bürgerin und jeder Bürger in Deutschland lediglich 3,30 Euro (82,176 Mio. Einwohner Ende 2015, Quelle: Wikipedia) für so wichtige staatliche Aufgaben wie Wettervorhersagen, Unwetterwarnungen und die Klimaüberwachung aus. Einer der Hauptgründe für den höheren Steuermittelbedarf sind die insgesamt um mehr als 20 Millionen Euro gestiegenen Zuweisungen an europäische und internationale Organisationen.

**Steuermittelbedarf des DWD  
2011 - 2016<sup>1</sup>**

2012	223 088
2013	233 350
2014	248 259
2015	245 724
2016	271 427

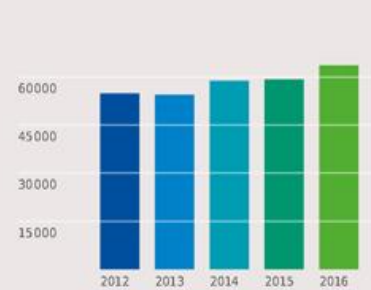


## Höhere Einnahmen

Die Einnahmen des DWD durch den Verkauf von Produkten und Dienstleistungen stiegen 2016 um rund 4,4 Millionen Euro auf 63,6 Millionen Euro. Der DWD kann über seine Verkaufserlöse jedoch nicht verfügen. Sie fließen vielmehr unmittelbar in den Bundeshaushalt und verringern so nur indirekt den Bedarf an Steuermitteln, die der nationale Wetterdienst zur Erfüllung seiner Aufgaben, wie zum Beispiel im Katastrophenschutz, benötigt.

**Einnahmen des DWD  
2011 - 2016<sup>1</sup>**

2012	54 837
2013	54 329
2014	58 834
2015	59 128
2016	63 559



<sup>1</sup> In tausend Euro

## Höhere Investitionen

Die Investitionen des DWD erhöhten sich im Vergleich zum Vorjahr um 30,8 Prozent. Der Löwenanteil der Investitionen entfällt mit etwa 53,4 Prozent auf die Informationstechnik, gefolgt von den Sachausgaben mit 37,8 Prozent.

### Investitionen des DWD 2016<sup>1</sup>

Bau- und Grundstückskosten	2 703	7,7%
Fahrzeuge	376	1,1%
Sachausgaben	13 199	37,8%
Informationstechnik	18 614	53,4%



<sup>1</sup> In tausend Euro

## Größter Anteil für EUMETSAT

Die Zuweisungen und Zuschüsse an internationale Organisationen stiegen 2016 auf über 141,7 Millionen Euro im Vergleich zu gut 121,4 Millionen Euro im Jahr 2015. Davon erhielt EUMETSAT mit über 82 Millionen Euro oder 56,7 Prozent den größten Anteil - fast 16 Millionen Euro mehr als im Vorjahr. Die Zuweisung an die ESA stieg dagegen nur um etwas mehr, als 5 Millionen Euro auf 42,1 Millionen Euro. Die übrigen nationalen und internationalen Zuweisungen verteilen sich auf EZMW, WMO, EUMETNET und sonstige Organisationen. Erstmals wurden dabei über 322 000 Euro gezielt im Rahmen von Zuschüssen für Forschungsprogramme an externe nationale Forschungsinstitute und zur Unterstützung des universitären Umfeldes für die Grundlagenforschung des DWD vergeben.

### Zuweisungen/Zuschüsse 2016 (mit Fremdkapital)<sup>1</sup>

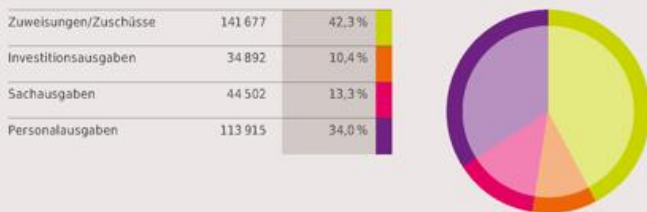
EUMETSAT	82 093	56,7%
ESA	42 087	29,1%
EZMW	11 019	7,6%
EUMETNET	1 274	0,9%
WMO	4 641	3,2%
Sonstige	3 651	2,5%



## Dienstleister mit hohen Anforderungen an Human Resources

Als wissenschaftlich-technische Behörde mit etwas mehr als einem Viertel aller Beschäftigten im Schichtdienst hat der DWD einen hohen Bedarf an qualifizierten und kompetenten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, so dass die Personalkosten notwendigerweise einen der größten Kostenblöcke stellen. 2016 hatten sie einen Anteil von 34,0 Prozent an allen Ausgaben, in etwas geringerer Höhe wie der Anteil der Zuweisungen an internationale Organisationen in Höhe von 42,3 Prozent.

### Aufteilung der Ausgaben des DWD-Haushalts 2016 (ohne Fremdkapital)<sup>1</sup>

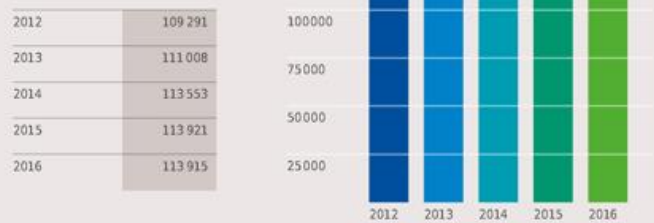


<sup>1</sup> In tausend Euro

## Stagnation bei den Personalkosten

Die Ausgaben blieben im Bereich der Personalkosten 2016 nahezu konstant bei 113,9 Millionen Euro. Unabhängig von den reinen Personalkosten wurden rund 3,8 Millionen Euro Zuweisungen an den Versorgungsfonds ausgezahlt.

### Personalausgaben des DWD 2011 - 2016<sup>1</sup>



<sup>1</sup> In tausend Euro

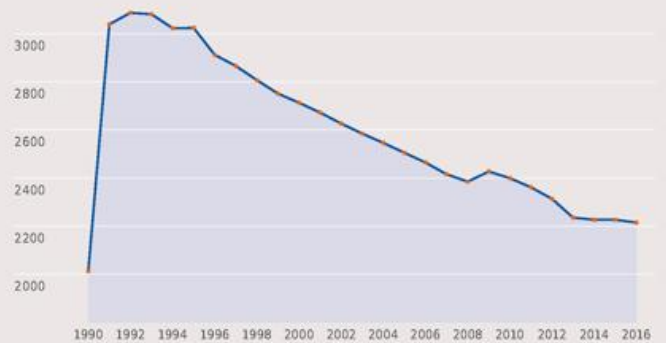
## DWD baute seit 1992 mittlerweile rund 30 Prozent seiner Stellen ab

Der seit 1993 bundesweit anhaltende Prozess, den öffentlichen Dienst kostengünstiger und dennoch leistungsstark zu gestalten, wird auch beim DWD aktiv umgesetzt. Dazu gehören als wesentliche Herausforderung neben der Konzentration auf Kernbereiche die zunehmende Nutzung informationstechnischer Möglichkeiten, jetzt vor allem Prozessoptimierungen und Qualitätsmanagement. Schlüssel zum Erfolg ist dabei der Faktor Personal - auf allen Führungsebenen und an jedem Arbeitsplatz. Das Stichwort Personalentwicklung steht schon lange nicht mehr für den Zuwachs an Personal, sondern vor allem für den Zuwachs an Qualifikation sowie für engagiertes und innovatives Denken und Handeln bei allen Beschäftigten.

In den vergangenen 24 Jahren schlug sich diese Entwicklung auch stark in der Personalausstattung des DWD nieder. Konnte der Wetterdienst im Jahr 1992 nach der Wiedervereinigung noch den höchsten Personalbestand seiner Geschichte mit 3 087 Planstellen ausweisen, so waren es im Jahr 2016 noch 2 215 Planstellen. Abzüglich von Stellenzuführung entspricht dies einem Abbau von rund 30 Prozent. 2016 wurden 2 323 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter - davon 865 Frauen und 1 458 Männer - beschäftigt. Die Differenz zwischen Planstellen und Beschäftigtenzahl ergibt sich zum Beispiel durch den Einsatz von befristet oder in Teilzeit Beschäftigten.

Anzahl der Planstellen  
1990 - 2016

1990	2013	1999	2 751	2008	2 385
1991	3 039	2000	2 713	2009 <sup>1</sup>	2 427
1992	3 087	2001	2 672	2010	2 399,5
1993	3 081	2002	2 626,5	2011	2 361,5
1994	3 023	2003	2 584,5	2012	2 313,5
1995	3 024	2004	2 546	2013	2 235,5
1996	2 912	2005	2 505	2014	2 226,5
1997	2 866	2006	2 464,5	2015	2 226,5
1998	2 807	2007	2 415,5	2016	2 215,0



<sup>1</sup> 2009 erhielt der DWD zusätzliche Stellen für behördenübergreifende Projekte.



Messung des Ozons mit optischem Laser

// Quelle: DWD

<b>Deutscher Wetterdienst</b>	<b>Bund-Länder-Beirat</b>	<b>Wissenschaftlicher Beirat</b>	<b>Gruppe Meteorologie des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr beim DWD</b>
-------------------------------	---------------------------	----------------------------------	--

Prof. Dr. Gerhard Adrian <i>Präsident</i>	Dr. Paul Becker <i>Vizepräsident</i>	Prof. Dr. Sarah C. Jones <i>Direktorin und Professorin</i>	Norbert Wetter <i>Abteilungspräsident</i>	Dr. Jochen Dibbern <i>Abteilungspräsident</i>	Hans-Joachim Koppert <i>Abteilungspräsident</i>
--	---	---	--	--	--

Vorsitzender des Vorstandes	Geschäftsbereich KU Klima und Umwelt	Geschäftsbereich FE Forschung und Entwicklung	Geschäftsbereich PB Personal und Betriebswirtschaft	Geschäftsbereich TI Technische Infrastruktur und Betrieb	Geschäftsbereich WV Wettervorhersage
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Stabsstelle STB</b> Strategie und Büro des Präsidenten</li> <li>▶ <b>Stabsstelle PÖ</b> Presse- und Öffentlichkeitsarbeit</li> <li>▶ <b>Stabsstelle INT</b> Internationale Angelegenheiten</li> <li>▶ <b>Stabsstelle IP</b> Innenprüfung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Abteilung KU 1</b> Klima- und Umweltberatung</li> <li>▶ <b>Abteilung KU 2</b> Klimaüberwachung</li> <li>▶ <b>Abteilung KU 3</b> Agrarmeteorologie</li> <li>▶ <b>Abteilung KU 4</b> Hydrometeorologie</li> <li>▶ <b>Referat KU VL</b> Vertriebsleitung</li> <li>▶ <b>Referat KU PK</b> Planung und Koordinierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Abteilung FE 1</b> Meteorologische Analyse und Modellierung</li> <li>▶ <b>Referat FE PK</b> Planung und Koordinierung</li> <li>▶ <b>Referat FE ZE</b> Zentrale Entwicklung</li> <li>▶ <b>Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</b></li> <li>▶ <b>Meteorologisches Observatorium Lindenberg</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Abteilung PB 1</b> Personal und Organisation</li> <li>▶ <b>Abteilung PB 2</b> Finanzen und Service</li> <li>▶ <b>Referat PB FB</b> Fachinformationsstelle und Deutsche Meteorologische Bibliothek</li> <li>▶ <b>Referat PB JU</b> Justizariat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Abteilung TI 1</b> Systeme und Betrieb</li> <li>▶ <b>Abteilung TI 2</b> Messnetze und Daten</li> <li>▶ <b>Abteilung TI 3</b> Service und Logistik</li> <li>▶ <b>Referat TI PK</b> Planung, Koordinierung und Qualitätssicherung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ <b>Abteilung WV 1</b> Basisvorhersagen</li> <li>▶ <b>Abteilung WV 2</b> Flugmeteorologie</li> <li>▶ <b>Referat WV PK</b> Planung und Koordinierung</li> </ul>



**Prof. Dr. Gerhard Adrian**

*Präsident*

### Präsident

Der Präsident des DWD ist Vorsitzender des Vorstandes sowie sein Sprecher. Er führt die laufenden Geschäfte des Gremiums und koordiniert dessen Aufgaben, repräsentiert den DWD als Ganzes in der Darstellung nach außen und ist verantwortlich für die Vertretung des DWD bei nationalen und internationalen Institutionen.

Der Präsident ist zuständig für die Entwicklung der Strategie des DWD und führt die ihm direkt zugeordneten Stabsstellen Strategie und Büro des Präsidenten, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Internationale Angelegenheiten sowie Innenprüfung. Als Vorstandsvorsitzender des DWD ist er ständiger Vertreter der Bundesrepublik Deutschland bei der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und verantwortlich für die Zusammenarbeit des DWD mit der Bundeswehr.



**Dr. Paul Becker**

*Vizepräsident*

### Geschäftsbereich Klima und Umwelt

Der Geschäftsbereich KU führt eine umfassende Diagnose und Prognose des Klimasystems durch. In Zeiten des weltweiten Klimawandels sind die Klimaüberwachung, deren Dokumentation und die Prognose der Folgen dieses Klimawandels essentiell für das allgemeine Klimaverständnis. Die Erkenntnisse sind Grundlage für Entscheidungen in Politik und Wirtschaft, dienen der Vorsorge bei wetterbedingten Katastrophen und der nachhaltigen Unterstützung des Katastrophenschutzes.

Im Hinblick auf die konkreten Folgen des Klimawandels erstellt der Geschäftsbereich KU Expertisen und Gutachten für Planungsmaßnahmen, insbesondere im Verkehrswege- und Städtebau, für die Wasserwirtschaft, die Landwirtschaft, für das Gesundheitswesen und die Technische Klimatologie. Hier liegt der Schwerpunkt auf Schnee-, Eis- und Windlast.



**Prof. Dr. Sarah C. Jones**

*Direktorin und Professorin*

### Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung

Der Geschäftsbereich FE fördert als fachlicher Infrastrukturbereich alle Aktivitäten des DWD durch die zentrale Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf dem Gebiet der Meteorologie. Seine wichtigste Aufgabe ist, wissenschaftliche Erkenntnisse und Verfahren bereitzustellen, die in den kundenorientierten Bereichen des DWD sowie bei der Entwicklung von Messmethoden zur Verbesserung der Datengewinnung und Optimierung des Beobachtungsnetzes genutzt werden können.



**Norbert Wetter**

*Abteilungspräsident*

### Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft

Der Geschäftsbereich PB steuert zentral das Personal- und Finanzmanagement, die Organisationsentwicklung sowie die Produkt- und Vertriebspolitik des Deutschen Wetterdienstes. Er entwickelt die erforderlichen Steuerungsinstrumente wie ein zukunftsorientiertes Controlling auf der Grundlage der Kosten- und Leistungsrechnung und stellt diese bereit. Der Geschäftsbereich unterstützt als interner Dienstleister alle Bereiche des DWD durch effiziente Verwaltungsleistungen.



## Dr. Jochen Dibbern

*Abteilungspräsident*

### Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb

Der Geschäftsbereich TI ist für die Datengewinnung in den Mess- und Beobachtungsnetzen und den Betrieb aller technischen Systeme, die der DWD zur Erfüllung seiner Aufgaben als nationaler Wetterdienst benötigt, verantwortlich.

Die technischen Systeme umfassen die vielfältigen Messtechniken, die komplexen kommunikationstechnischen Systeme zur Datenübertragung und die informationstechnischen Systeme von der Arbeitsplatzausstattung bis hin zum Hochleistungsrechenzentrum in Offenbach.



## Hans-Joachim Koppert

*Abteilungspräsident*

### Geschäftsbereich Wettervorhersage

Der Geschäftsbereich WV erstellt Wettervorhersagen und Wetterwarnungen für die Öffentlichkeit und für spezielle Bedarfsträger wie Straßenverkehr, die Luft- und Seeschifffahrt sowie die Bundeswehr. Auch private Anbieter meteorologischer Informationen nutzen diese Produkte. Ein besonderer Schwerpunkt ist die Versorgung der Bevölkerung und der Katastrophenschutzeinrichtungen des Bundes und der Länder mit Warnungen zur Gefahrenabwehr.

Der Geschäftsbereich gewährleistet die meteorologische Beratung der Luft- und Seeschifffahrt unter Berücksichtigung internationaler Regelwerke zur Erhöhung der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit.

## Beratung und Unterstützung

### Wissenschaftlicher Beirat des DWD: § 9 des Gesetzes über den Deutschen Wetterdienst

(1) Der Wissenschaftliche Beirat berät den Vorstand des Deutschen Wetterdienstes in wichtigen Angelegenheiten der Forschung, die der Deutsche Wetterdienst im Rahmen seiner Aufgaben nach § 4 durchführt, und kann dazu Empfehlungen aussprechen. Er fördert die Kontakte mit Universitäten und unterstützt die Zusammenarbeit des Deutschen Wetterdienstes mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen sowie seine Einbindung in nationale und internationale Forschungsprogramme.

(2) Der Wissenschaftliche Beirat besteht aus zehn Mitgliedern. Die Berufung der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirates erfolgt durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur auf Vorschlag des Vorstandes des Deutschen Wetterdienstes für die Dauer von vier Jahren. Eine einmalige Wiederberufung ist möglich. Im Wissenschaftlichen Beirat sollen Wissenschaftler aus der Meteorologie und verwandten Gebieten angemessen vertreten sein.

(3) Der Wissenschaftliche Beirat gibt sich eine Geschäftsordnung, die der Genehmigung des Vorstandes des Deutschen Wetterdienstes bedarf.

### Bund-Länder-Beirat des DWD: § 10 des Gesetzes über den Deutschen Wetterdienst

(1) Der Bund-Länder-Beirat berät den Vorstand des Deutschen Wetterdienstes und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur in Angelegenheiten, die die Interessen der Bundesressorts und der Länder bei der Erfüllung der Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes gemäß § 4 betreffen, und gewährleistet die entsprechende Zusammenarbeit.

(2) Der Bund-Länder-Beirat besteht aus Vertretern der Bundesressorts und der Länder; die Länder können jeweils einen Vertreter entsenden. Der Bund-Länder-Beirat gibt sich eine Geschäftsordnung, die der Genehmigung des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur bedarf.

## 50 Jahre Hochleistungsrechnen



1



2

1

*Erste Rechnergeneration Ende der 1960er Jahre*

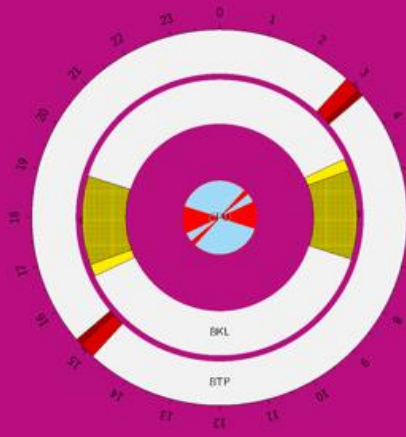
// Quelle: DWD

2

*Nochmals erhöhte Rechenleistung im November*

*2016: der derzeitige Hochleistungsrechner des*

*DWD // Quelle: Jo Wilhelm Arts*



1



2

**1 + 2**

Die so genannte Modelluhr zeigt die Auslastung des Hochleistungsrechners 1977 und 2016.

// Quelle: DWD

**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

**Wetterdiensthotline<sup>1</sup>**

Telefon (01 80) 2 91 39 13

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

<sup>1</sup> Festnetzpreis 6 ct/Anruf; Mobilfunkpreise maximal 42 ct/Minute innerhalb Deutschlands

**Weitere Telefon- und  
Servicenummern**

ISSN 2199-6083

**Wichtige Links**

Publikationen [➤](#)

Klimainformationen [➤](#)

Aktuelle Wetterinformationen [➤](#)

WarnWetter-App [➤](#)

Presseinformationen [➤](#)

Newsletter [➤](#)

**Herausgeber**

Deutscher Wetterdienst

**Konzeption und Redaktion**

Gertrud Nöth

DWD

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Übersetzung**

Gabriele Engel

DWD

**Gestaltung**

Simone Leonhardt, Frankfurt am Main



Das Titelbild: Blick in den Arbeitsbereich der Warnmeteorologen in der Vorhersage- und Beratungszentrale Offenbach

// Quelle: Michael Alfen