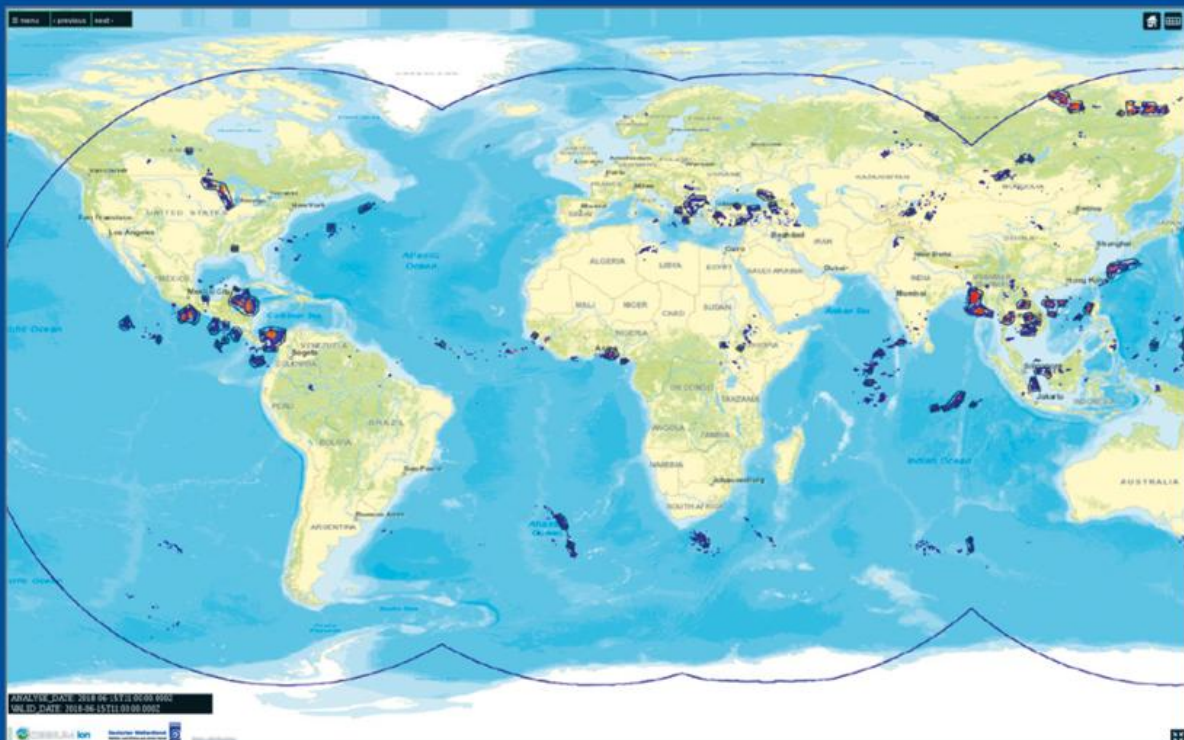




Jahresbericht 2017
Flugwetterdienst



▼ Neues Produkt NowCastSAT



Förderung der deutschen Luftverkehrswirtschaft

Durch einen Erlass des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur im November 2016 wurden den Luftraumnutzern im Jahr 2017 erstmalig keine Basiskosten (»Core Costs«) mehr in Rechnung gestellt. Ausschließlich die direkten Kosten werden über die Luftfahrtkostenrechnung berücksichtigt. Die neue Abrechnungsweise hat bewirkt, dass 2017 die Gesamtkosten für den Flugwetterdienst um etwa 2/3 gegenüber der Vorjahressumme gesenkt wurden, nämlich von ca. 51 Mio. EUR im Jahr 2016 auf ca. 17 Mio. EUR im Jahr 2017, also eine Kostensenkung um mehr als 30 Mio. EUR. Die Details zu den Finanzergebnissen finden Sie im Kapitel 6 dieses Berichtes.

SINFONY

Im Jahr 2017 wurde begonnen, das **Seamless INtegrated FOrecastiNg SYstem** (SINFONY) zu entwickeln. »Seamless« bedeutet eine möglichst bruchfreie Vorhersage von (Un-) Wetterphänomenen von der Jetzt-Zeit bis etwa 6 bis 12 Stunden in die Zukunft. Hauptmotivation für dieses Projekt, das den DWD sicherlich noch mehrere Jahre beschäftigen wird, ist es, eine bessere Vorhersagbarkeit von sommerlichen, intensiv konvektiven Ereignissen auf der Zeitskala von etwa 2 bis 6 Stunden zu erzielen. Die sommerlich konvektiven Ereignisse stellen auch für den Luftverkehr eine große Herausforderung dar. Lesen Sie mehr zu unserem neuen Vorhaben SINFONY auf den Seiten 42 bis 44.

NowCastSAT

Auch in unserem neuen Produkt NowCastSAT, das 2017 auf den Weg gebracht wurde, dreht es sich um Konvektion und Gewitter. Dieses neue Produkt dürfte von besonderem Interesse für weltweit agierende Fluggesellschaften sein. Eine kurze Erläuterung dazu finden Sie auf Seite 45.

Der Flugwetterdienst auf einen Blick

Kennzahlen für den Flugwetterdienst		
	2016	2017
Leistungsdaten IFR		
TAFs für deutsche Flughäfen	1)	69.268
TREND-Vorhersagen	1)	280.423
SIGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen	1)	15.307
Leistungsdaten VFR		
Low-Level-Flugwettervorhersage (GAFOR, GAMET)	1)	6.974
Flugwetterübersichten/3-Tage Prognosen	1)	15.392
Segelflug- und Ballonvorhersagen	1)	41.491
Leistungsdaten Spezialdienste		
Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen	1)	22.677
Spezialvorhersagen für Flugsicherung	1)	5.844
Spezialvorhersagen für die Flughäfen	1)	71.906
Kostendaten		
Gesamtkosten FWD (Tsd. EUR)	51.109	17.067 ²⁾
Gesamtkosten IFR (Tsd. EUR)	46.151	15.412 ²⁾
An-, Abflug (Tsd. EUR)	9.924	3.617 ²⁾
Strecke (Tsd. EUR)	36.227	11.794 ²⁾
Gesamtkosten VFR (Tsd. EUR)	4.958	1.655 ²⁾
Anteil Core Costs an DWD Core Costs (%)	14,3	-
Anteil Direct Costs an DWD Direct Costs (%)	15,1	17,5 ²⁾
Qualitätskennzahlen (%)		
Korrektheit TAFs in der Flugwettervorhersage	99,7	99,6 ²⁾
Selbbriefing-Systeme »Bearbeitungsdauer Supportanfragen < 5 Tage«	99,2	98,1 ²⁾
Kundenzufriedenheit individuelle Flugwetterberatung	99,96	99,95 ²⁾
Kennzahlen für Produktivität/Wirtschaftlichkeit für FWD/IFR		
Service Units (Tsd.) ³⁾	14.885	15.728 ²⁾
Mitarbeiterproduktivität (Stunden IFR/Service Unit)	0,02	0,01 ²⁾
Wirtschaftlichkeit (Service Unit Costs) (Vollkosten IFR/Service Unit)	3,1	1,0 ²⁾
Vollzeitäquivalent		
des Flugwetterdienstes	283	88 ²⁾
Kennzahlen zu Umsatz und Jahresabschluss DWD gesamt		
	2016	2017
Umsatz (Tsd. EUR)	66.245	32.885
Bilanzsumme (Tsd. EUR)	643.431	718.990
Cash-Flow (Finanzmittelsaldo, in Tsd. EUR))	-285.880	-356.801
Investitionen (Tsd. EUR)	106.13	118.816
Abschreibungen auf Anlagevermögen (Tsd. EUR)	37.355	36.333
Kostendaten		
Gesamtkosten DWD (Tsd. EUR)	317.685	357.631
Anteil Core Costs (%)	73	75
Anteil Direct Costs (%)	27	25

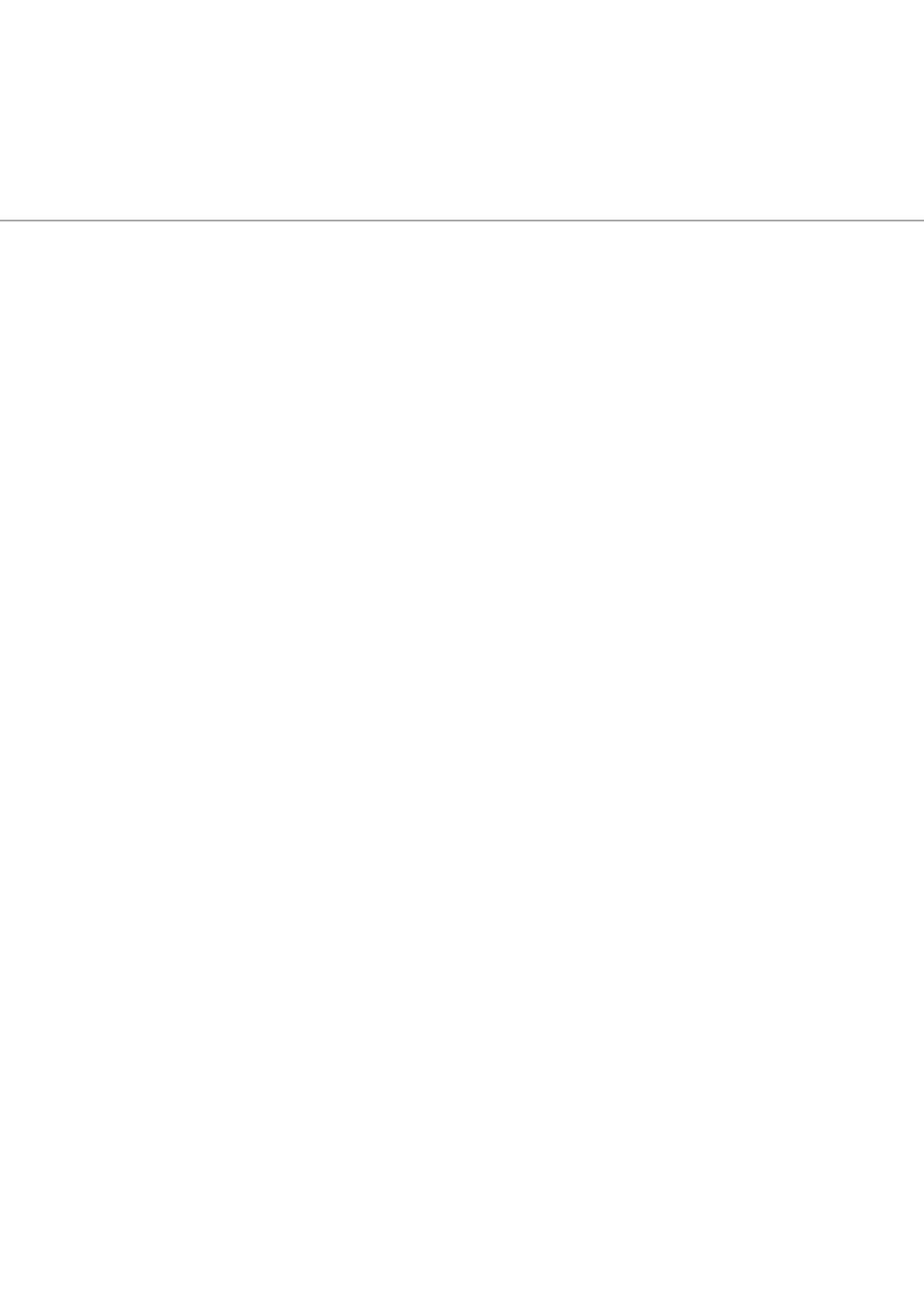
1) wetterabhängige Leistungsdaten, daher kein Vorjahresvergleich sinnvoll

2) ab 2017: Direct Costs

3) nach Angaben der Deutschen Flugsicherung

Jahresbericht 2017
Flugwetterdienst





Ein Wort vorab

Der Deutsche Wetterdienst ist der nationale Dienstleister für Wetter und Klima in Deutschland. Eine zentrale Aufgabe unseres Dienstes ist die meteorologische Versorgung der Luftfahrt. Hierfür unterhält der DWD einen zertifizierten Flugwetterdienst entsprechend den Richtlinien der Internationalen zivilen Luftfahrt (ICAO) und ein umfangreiches Leistungsprogramm.

Zur Stärkung der deutschen Luftverkehrswirtschaft wurden im Jahr 2017 auf Beschluss des Deutschen Bundestages und des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur die den Luftraumnutzern jährlich entstehenden Kosten des DWD erheblich gesenkt. Dies ist ein wichtiger Schritt zur Förderung der deutschen Luftverkehrswirtschaft und ihrer Nutzer. Von nun an werden wesentliche Kosten des DWD in der Höhe von etwa 34 Millionen EUR jährlich nicht mehr der Luftfahrt in Rechnung gestellt, sondern aus dem Haushalt der Bundesregierung finanziert. Doch damit nicht genug. Einhergehend mit der finanziellen Entlastung der Luftverkehrswirtschaft, die die Dienstleistungen des DWD für die Luftfahrt keinesfalls beeinträchtigt, hat der DWD seine Leistungen für die Luftfahrt weiterentwickelt und sogar ausgedehnt.

Einerseits entwickelt der DWD innovative Verfahren zur Verbesserung der globalen Wettererfassung und -vorhersage für Piloten und der Planungssicherheit von Fluggesellschaften und Flugsicherungen. Andererseits arbeitet der DWD unvermindert lokal



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

an den meteorologischen Dienstleistungen zur Verbesserung der Verkehrskapazitäten deutscher Flughäfen. Zur Verbesserung der Luftraumkapazitäten in Europa engagiert sich der DWD unvermindert bei der Implementierung des Single European Sky und dem EU-Forschungsvorhaben SESAR. Mit seinen internationalen Aktivitäten für die ICAO und die Weltorganisation für Meteorologie WMO arbeitet der DWD aktiv an einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit und ebnet den Weg zu einer wirkungsvolleren meteorologischen Versorgung der Luftfahrt.

Denn es gilt, unter Beachtung höchster Sicherheitsstandards, die Pünktlichkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit des gesamten Luftverkehrssystems – lokal und international – weiter zu erhöhen, zum Wohle unserer Wirtschaft und Gesellschaft. Der Deutsche Wetterdienst ist bereit, diese Herausforderungen zu meistern. Der folgende Jahresbericht gibt Ihnen hierzu einen kurzen Einblick in unsere vielfältigen und umfangreichen Aktivitäten.

Ihr

Gerhard Adrian



Gewitter sind ebenso eindrucksvolle wie oft bedrohliche Wettererscheinungen, denn alle für die Luftfahrt relevanten meteorologischen Gefahren wie elektrische Entladungen, Turbulenz, intensive Niederschläge, schlechte Sicht und Vereisung treten bei Gewittern einzeln oder kombiniert auf. Außerdem stellt das wachsende Luftverkehrsaufkommen erhöhte Anforderungen an das Air Traffic Management, dem der Flugwetterdienst des Deutschen Wetterdienstes mit dem forcierten Einsatz neuester Beobachtungs- und Prognoseverfahren begegnet.



Inhalt

1	Rahmenbedingungen	8
2	DWD-Flugwetterdienst	16
3	Kundendienstleistungen	28
4	Innovation und Entwicklung	38
5	Leistungs- und Qualitätskennzahlen	58
6	Finanzergebnisse	66
7	Ausblick	74
	Abkürzungsverzeichnis	76
	Impressum	80

Bogenwolke



© Dr. Stefan Waas,
DWD

Auf dem am 22. 06. 2017 in Hamburg aufgenommenen Bild sieht man ein in Richtung des Beobachters heranziehendes Gewitter, an dessen Vorderseite sich bodennah eine sogenannte Böenwalze gebildet hat. Böenwalzen zeigen sich vor allem bei größeren Gewitterzellen, wenn in deren äußeren und hinteren Bereichen starke Abwinde herrschen, die unterhalb



der Gewitterwolke zu einer Ansammlung von Kaltluft führen. Die spezifisch schwerere Kaltluft breitet sich in Zugrichtung des Gewitters frontartig aus, verdrängt die vorderseitige Warmluft und zwingt diese zum vertikalen Aufsteigen, woraufhin es zu adiabatischer Abkühlung, Kondensation und Wolkenbildung (»Arcus- oder Bogenwolke«) kommt.

1 Rahmenbedingungen

1.1 Nationale und internationale Regelwerke

8

Die nationale Gesetzgebung für die Luftfahrt ist über das **Grundgesetz (GG) der Bundesrepublik Deutschland** (Artikel 73) geregelt, wodurch der Bund zuständig ist für die Luftverkehrsgesetzgebung und deren Verwaltung. Die spezifischen Aufgaben für den Flugwetterdienst (FWD) resultieren aus dem **Luftverkehrsgesetz (LuftVG)**, mit dem sowohl die Grundlagen des Luftrechts als auch die Durchführung der Luftverkehrsverwaltung geregelt sind.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) erfüllt in seiner Funktion als nationaler meteorologischer Dienst der Bundesrepublik Deutschland seit 1952 vielfältige Aufgaben aus den Bereichen Wetter- und Klimainformationen, Daseinsvorsorge und Katastrophenschutz. Für diese Aufgaben gilt das vom 10. September 1998 stammende **Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWD)**, das 2017 aktualisiert wurde.

Die World Meteorological Organization (**WMO**) hat technische Ausführungsbestimmungen (Technical Regulations) erstellt, deren nationale Anwendung die weltweite Einheitlichkeit der meteorologischen Praxis sichern soll. Die für den Flugwetterdienst relevanten Richtlinien und Empfehlungen der WMO sind in Band II der Technical Regulations for International Air Navigation Teil C.3 enthalten, der inhaltlich deckungsgleich mit dem Annex 3 der ICAO ist.

Die International Civil Aviation Organization (**ICAO**) als Sonderorganisation der Vereinten Nationen (**UN**) hat 1944 in Chicago ein Abkommen zur Regelung der internationalen Zivilluftfahrt geschlossen, das 18 Anhänge umfasst. Dieses Abkommen beinhaltet die Standards und Empfehlungen für die Durchführung der Zivilluftfahrt anhand derer die Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Pünktlichkeit und Umweltverträglichkeit des Luftverkehrs gewährleistet und weiter entwickelt werden soll.



Für den DWD als Flugwetterdienst sind der Anhang bzw. Annex 3 (»Meteorological Service for International Air Navigation«) sowie Teile der Anhänge 11 (»Air Traffic Services«) und 14 (»Aerodromes«) besonders relevant. Weitere Ausführungsregelungen sind in einer Reihe von Verfahrensvorschriften (Procedures for Air Navigation Services: PANS) und Handbüchern (Manuals) enthalten.

Die o. g. Anhänge der ICAO sind zudem im Rahmen der Single European Sky (SES) Initiative in die Durchführungsverordnung (EU) 2017/373¹⁾ übertragen und damit in unmittelbar geltende Rechtsvorschriften auf EU-Ebene überführt worden. Die in 2004 zuerst veröffentlichten Basisverordnungen zum SES sind für sämtliche Flugsicherungsdienstleister in Europa verbindlich und



◀ Air Force One in Hamburg

werden laufend überarbeitet und ergänzt. Der DWD ist gemäß Verordnung (EG) Nr. 550/2004²⁾ als Flugwetterdienst für Deutschland zertifiziert und benannt.

Die Sicherheitsaufsicht zur Einhaltung der geltenden Vorgaben und Anforderungen an die Erbringung von Flugsicherungsdiensten obliegt auf nationaler Ebene dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (**BAF**) mit Sitz in Langen³⁾. In dieser Funktion überwacht das BAF auch die Dienstleistungen und Finanzen des DWD im Bereich des Flugwetterdienstes⁴⁾. Die auf Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union 2002 gegründete **EASA** erstellt und überwacht einheitliche und hohe Sicherheits- und Umweltstandards auf europäischer Ebene. Die EASA ist berechtigt, verschiedene exekutive Aufgaben, z. B. im Bereich der Flugsicherheit zu übernehmen⁵⁾.

Sowohl die genannten internationalen als auch die nationalen Regelungen finden Eingang in die internen und verbindlich umzusetzenden Vorschriften und Betriebsunterlagen (VuB) des DWD. Von besonderer Bedeutung sind hierbei das Betriebshandbuch für den Flugwetterdienst VuB Nr. 7 in Verbindung mit dem Wetterschlüsselhandbuch VuB Nr. 2 und dem Beobachterhandbuch VuB Nr. 3 sowie das Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste. Die Dokumentation folgt dabei den Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems des DWD.

1) Durchführungsverordnung (EU) 2017/373 der Kommission vom 1. März 2017 zur Festlegung gemeinsamer Anforderungen an Flugverkehrsmanagementanbieter und Anbieter von Flugsicherungsdiensten sowie sonstiger Funktionen des Flugverkehrsmanagementnetzes und die Aufsicht hierüber sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 482/2008, der Durchführungsverordnungen (EU) Nr. 1034/2011, (EU) Nr. 1035/2011 und (EU) 2016/1377 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 677/2011

2) Verordnung (EG) Nr. 550/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 über die Erbringung von Flugsicherungsdiensten im einheitlichen europäischen Luftraum (»Flugsicherungsdienste-Verordnung«) i.V. m. Verordnung (EG) Nr. 1070/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 549/2004, (EG) Nr. 550/2004, (EG) Nr. 551/2004 und (EG) 552/2004 im Hinblick auf die Verbesserung der Leistung und Nachhaltigkeit des europäischen Luftverkehrssystems

3) Verordnung (EG) Nr. 549/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 10. März 2004 zur Festlegung des Rahmens für die Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums, geändert durch Verordnung (EG) Nr. 1070/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009.

4) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1034/2011 der Kommission vom 17. Oktober 2011 über die Sicherheitsaufsicht im Bereich des Flugverkehrsmanagements und der Flugsicherungsdienste und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 691/2010 BAF Sicherheitsaufsicht auf Grundlage 1034.

5) Verordnung (EG) Nr. 216/2008 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 20. Februar 2008 zur Festlegung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt und zur Errichtung einer Europäischen Agentur für Flugsicherheit, zur Aufhebung der Richtlinie 91/670/EWG des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1592/2002 und der Richtlinie 2004/36/EG Anmerkung: wird 2018 ersetzt durch (EU) 2018/1139.

1 Rahmenbedingungen

1.2 Internationale und nationale Zusammenarbeit

10

Das Voranbringen innovativer Ansätze, aber auch die Konformität der nationalen Umsetzung mit internationalen Vorgaben und Standards ist uns sehr wichtig, weshalb wir kontinuierlich und aktiv in den für den Flugwetterdienst relevanten Arbeitsgruppen und Gremien vertreten sind und aktiv mitarbeiten. Nur so können wir an der Gestaltung zukünftiger internationaler Standards und Verfahren sowie bei der Europäisierung der flugmeteorologischen Dienstleistungen nachhaltig und prägend Einfluss nehmen. Auf globaler Ebene nimmt der DWD Aufgaben in der **ICAO** und der **WMO** wahr; auf europäischer Ebene im Rahmen von **EUMETNET** (dem Netzwerk europäischer Wetterdienste), **SES**-Projekten (SESAR), der **EASA**, der **DACH-Kooperation** (Deutschland, Österreich, Schweiz) sowie in der **MET Alliance**.

In der **ICAO** wirkt der DWD vor allem über das MET Panel und seine Arbeitsgruppen sowie über die Meteorology Group (**METG**) der European Air Navigation Planning Group (**EANPG**) bei der internationalen Gestaltung der Flugmeteorologie mit. Der Leiter der Abteilung Flugmeteorologie im DWD, Herr Klaus Sturm, wurde als stimmberechtigtes Mitglied in das **MET Panel** der ICAO berufen. Die Leiterin des DWD-Referates Systeme und Betrieb, Frau Dr. Dorothea Banse, ist seit 2016 Vorsitzende der Meteorological Group (METG) mit Vertretern aus 56 europäischen Ländern.

In der **WMO** ist der DWD bei internationalen flugmeteorologischen Themen in der Commission for Aeronautical Meteorology (**CAeM**) und in der Commission for Basic Systems (**CBS**) sowie deren angeschlossenen Arbeitsgruppen vertreten. Die

WMO übernimmt in den o. g. ICAO-Gremien meist die Rolle der wissenschaftlichen Beratung.

Die Abteilung Flugmeteorologie vertritt den DWD in der **AVIMET**-Arbeitsgruppe von **EUMETNET**, deren Ziel die Abstimmung zwischen den Flugwetterdiensten der EUMETNET-Mitglieder ist sowie in einem EUMETNET Leitungsgremium, der **AVAC**. Weiter ist der DWD über EUMETNET in **SESAR** vertreten. Hier gilt es, den DWD adäquat im europäischen Wettbewerb zur Gestaltung des europäischen Luftraums mit standardisierten MET-Produkten zu positionieren. Seit September 2017 arbeitet der DWD in einer Facharbeitsgruppe der **EASA** mit.

Seit 2006 arbeitet die Abteilung Flugmeteorologie des DWD sehr eng mit den Flugwetterdiensten Österreichs (A) und der Schweiz (CH) in der sogenannten **DACH-Kooperation** zusammen. Ziel ist hier insbesondere, den operationellen Betrieb aller drei Länder zu harmonisieren und zu optimieren. Seit 2010 findet zu diesem Zweck eine tägliche Telefonkonferenz statt und es werden Abstimmungen für auszugebende Flugwetterwarnungen (SIGMETs) gemacht. Auch Weiterbildungsmaßnahmen der Flugwetterberater erfolgen gemeinschaftlich.

Um die weitere grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu fördern und die Qualität der meteorologischen Dienstleistungen zu verbessern, haben sich die flugmeteorologischen Dienste neun mitteleuropäischer Länder (Belgien, Deutschland, Frankreich, Irland, Kroatien, Luxemburg, Niederlande, Österreich und Schweiz) zur MET Alliance zusammengefunden.

Überblick über die wichtigsten internationalen Aktivitäten, die die Flugsicherungsorganisation DWD im Auftrag des BMVI als »National Meteorological Authority« übernimmt.

Gremium/Projekt	DWD-Beteiligung
ICAO	Abgesandter (member) im MET Panel Experten (advisors) in den MET Panel Arbeitsgruppen MIE, MISD, MRI, MOG, MCRGG Chair EANPG METG (EUR/NAT-Region) Experten EANPG, METATM und METG (EUR/NAT-Region)
WMO	Abgesandter CAeM und CBS Task Teams/Expert Teams (ET/TT): TT-XML (Formats); TT-AvCI (Aviation Coding Issues), ET-ASC (Aviation, Science and Climate)
EUMETNET SES EASA	AVIMET SESAR Projekte Advisory Group ATM/ANS.TEC
DACH-Kooperation	Steuerungsgruppe DACH Operations Group DACH-MWO
MET Alliance	Steering Committee und MET Alliance Board Projektleitung TAF-Verifikation und ab 2018 SIGMET-Koordinierung Mitarbeit: MOS/TAF-Guidance, AUTO METAR, KPI, Common Regulations

Die Abteilung Flugmeteorologie ist aktiv in die Entwicklungen des meteorologischen Arbeitsplatz- und Visualisierungssystems Ninjo eingebunden, einem Gemeinschaftsprojekt von DWD, Geoinformationsdienst der Bundeswehr (**GeoInfoDBw**), den Wetterdiensten Dänemarks (**DMI**), Kanadas (**MSC**) und der Schweiz (**MeteoSchweiz**).

Auf nationaler Ebene unterhält die Abteilung Flugmeteorologie bilaterale Kooperationen mit verschiedenen Forschungseinrichtungen. So besteht z. B. eine langjährige, enge Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (**DLR**).

1 Rahmenbedingungen

1.3 Der Flugwetterdienst im Jahr 2017 – Zahlen, Daten, Fakten

12

Für eine Vielzahl an Flugverspätungen wird schlechtes Wetter als Ursache genannt. Laut des DFS-Mobilitätsberichts 2017 und dem darin zitierten Central Office for Delay Analysis CODA der EUROCONTROL lag der Prozentsatz für schlechtes Wetter als Grund für Flugverspätungen europaweit bei 9 %, innerhalb Deutschlands bei 11 %.

Aus diesem Grund ist die zuverlässige und hochwertige Erbringung von Flugwetterdienstleistungen nicht nur en-route, sondern auch an den Flughäfen essentiell. Für die meteorologische Unterstützung der Luftverkehrsnavigation an den zivilen Flughäfen und Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb, sogenannten IFR-Flugplätzen⁶⁾, ist eine Kategorisierung in Leistungsstufen entscheidend. Dabei werden die Flugplätze entsprechend den Erfordernissen an die flugmeteorologische Leistungsvielfalt in vier Kategorien gruppiert (MET I bis IV) und entsprechende meteorologische Leistungen definiert.

Der Kategorie MET I werden die Flugplätze zugeordnet, an denen das BMVI gemäß § 27f I LuftVG einen Bedarf für Flugwetterbetriebsdienste und die dazu erforderlichen Einrichtungen aus Gründen der Sicherheit und aus verkehrspolitischen Interesse anerkennt⁷⁾. 16 Flugplätze waren 2017 dieser Kategorie zugeordnet.

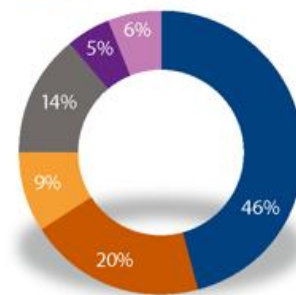
21 Flugplätze befanden sich im gleichen Jahr in der Kategorie MET II und gehörten somit zu den Flugplätzen mit einer Kontrollzone (Luftraum D oder CTR) ohne Anwendung des § 27f I LuftVG.

6) Instrument Flight Rules

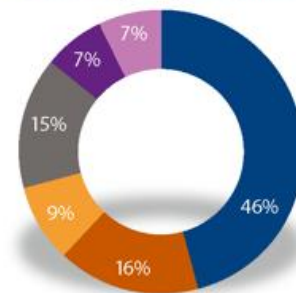
7) Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung: Richtlinie zur Durchführung von Flugwetterdiensten an Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb, Dez. 2011

Gründe für Verspätungen – Abflüge

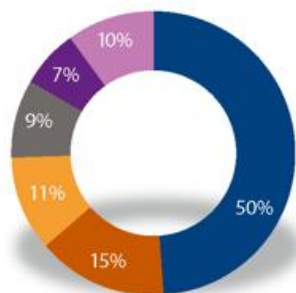
Europa



Deutschland (Abflüge international)



Deutschland (Abflüge innerdeutsch)



Quelle: EUROCONTROL CODA

▲ Gründe für Abflugverspätungen in Europa und Deutschland, Quelle: DFS-Mobilitätsbericht 2017

Im Jahr 2017 erstellte Flugwetterprodukte	
Flugwetterbetriebsdienste (Produkt)	Anzahl
TAF	69.268
GAFOR	2.382
GAMET	4.592
Flugwetterübersichten	14.297
Flughafenberichte, Winterdienst	64.226
Flughafenwarnungen	6.988
SIGMET	1.729
AIRMET	969
Windscherungswarnungen	15
GAFOR-Gebietwarnungen	12.294
Höhenwindprognosen	5.844
AIREP/Pirep	1.280
ICAO-Flughafenwarnungen	6.933
METAR ⁸⁾	284.932
Trend ⁸⁾	280.423
Speci ⁸⁾	44.310
Individuelle Flugwetterberatungen (telefonisch)	33.808
Air Traffic Management-Beratungen	7.683

8) MET I-Flughäfen

Die Kategorie MET III führten vier Flugplätze im unkontrollierten Luftraum G mit Funkkommunikationspflicht (Radio Mandatory Zone, RMZ), an denen Präzisionsanflüge und/oder Starts bei geringer Sicht (LVTO) durchgeführt werden können.

Die übrigen Flugplätze mit IFR-Flugbetrieb, d. h. Flugplätze im unkontrollierten Luftraum G mit Funkkommunikationspflicht (Radio Mandatory Zone, RMZ), an denen keine Präzisionsanflüge und/oder Starts bei geringer Sicht (LVTO) durchgeführt werden, sind der Kategorie MET IV zugeordnet.

Gemäß den Kriterien des ICAO Anhang 3 sind an Flugplätzen der Kategorien MET I, II und III Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienste mit Erstellung von Flugplatzwettermeldungen durchzuführen. Im Jahr 2016 waren in Summe 41 Flugplätze den Kategorien MET I - III zugeordnet. Für all diese Flughäfen und Flugplätze erbringt der DWD Flugwetterbetriebsdienste.





Turbulente Verhältnisse im Untergeschoss

An der Vorderseite eines am 22. 06. 2017 in Hamburg beobachteten, kräftigen Gewitters hat sich eine sogenannte Böenwalze oder Böenfront gebildet. Diese »Nahaufnahme« veranschaulicht, warum Böenwalzen auch häufig »Shelf Clouds« genannt werden. An den Außenrändern von Shelf Clouds können durch Aufwärtsbewegungen mit laminarer Umströmung glatte Wolkenformen entstehen, wohingegen sich an der Unterseite eher turbulente Verhältnisse zeigen. Meist gehen Böenwalzen dementsprechend mit starker Turbulenz und kräftigen Wind- bzw. Sturmböen einher, bis hin zu verheerenden »Downbursts« (»Fallböen«).

2 DWD-Flugwetterdienst

2.1 Organisation DWD gesamt und Flugwetterdienst

16

Deutscher Wetterdienst Vorstand und Organisation



Prof. Dr. Gerhard Adrian
Präsident



Prof. Dr. Sarah C. Jones
Vorstandsmitglied



Dr. Paul Becker
Vizepräsident

Vorsitzender des Vorstandes	Geschäftsbereich FE Forschung und Entwicklung	Geschäftsbereich KU Klima und Umwelt
<p>Stabsstelle STB Strategie und Büro des Präsidenten</p> <p>Stabsstelle INT Internationale Angelegenheiten</p> <p>Stabsstelle PÖ Presse- und Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Stabsstelle IP Innenprüfung</p>	<p>Referat FE PK Planung und Koordinierung</p> <p>Abteilung FE 1 Meteorologische Analyse und Modellierung</p> <p>Abteilung FE 2 Zentrale Entwicklung</p> <p>Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg</p> <p>Meteorologisches Observatorium Lindenberg</p>	<p>Referat KU PK Planung und Koordination</p> <p>Abteilung KU 1 Klima- und Umweltberatung</p> <p>Abteilung KU 2 Klimaüberwachung</p> <p>Abteilung KU 3 Agrarmeteorologie</p> <p>Abteilung KU 4 Hydrometeorologie</p> <p>Referat KU VL Vertriebsleitung</p>

Stand 31. Dezember 2017

Allgemeine Organisationsgrundsätze sind in der Geschäftsordnung des Deutschen Wetterdienstes geregelt und in dem oben abgebildeten Organigramm umgesetzt.

Die Abteilung Flugmeteorologie ist dem Geschäftsbereich Wettervorhersage (WV) zugeordnet. Technische Weiterentwicklungen der Messtechnik und -sensorik verantwortet der



Norbert Wetter
Vorstandsmitglied



Dr. Jochen Dibbern
Vorstandsmitglied



Hans-Joachim Koppert
Vorstandsmitglied

Geschäftsbereich PB
Personal und Betriebswirtschaft

Geschäftsbereich TI
Technische Infrastruktur und Betrieb

Geschäftsbereich WV
Wettervorhersage

Referat PB JU
Justizariat

Referat TI PK
Planung, Koordinierung
und Qualitätssicherung

Referat WV PK
Planung und Koordinierung

Abteilung PB 1
Personal und Organisation

Abteilung TI 1
Systeme und Betrieb

Abteilung WV 1
Basisvorhersagen

Abteilung PB 2
Finanzen und Service

Abteilung TI 2
Messnetze und Daten

Abteilung WV 2
Flugmeteorologie

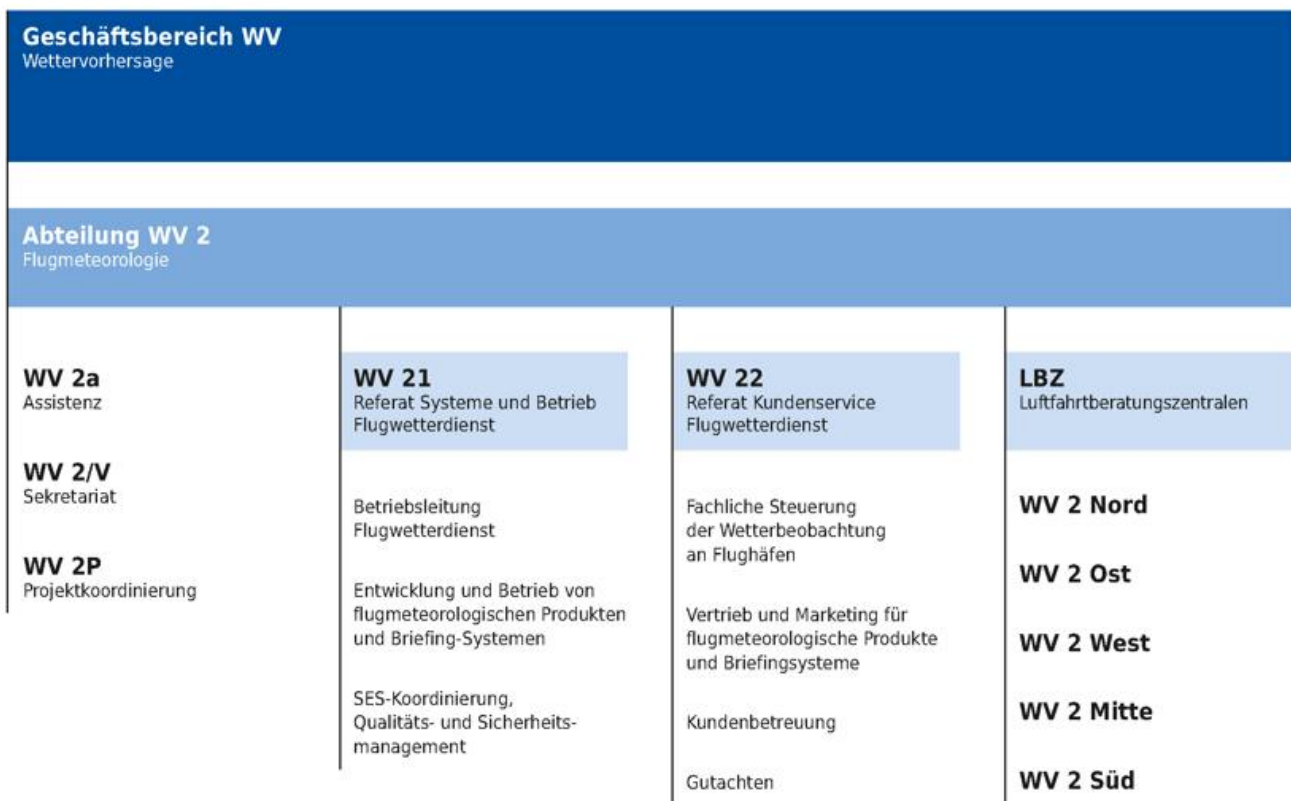
Referat PB FB
Fachinformationsstelle und
Deutsche Meteorologische Bibliothek

Abteilung TI 3
Service und Logistik

Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb (TI), Grundlagenleistungen erbringt der Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung (FE), Verwaltung und Controlling wird durch den

Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft (PB) sicher gestellt.

Organisation der Abteilung Flugmeteorologie



Stand 31. Dezember 2017

Die fachspezifische Steuerung und nationale/internationale Vertretung des Flugwetterdienstes erfolgt insgesamt durch die Abteilung Flugmeteorologie. Die beiden zentralen Steuerungsreferate »Systeme und Betrieb Flugwetterdienst« (WV 21) und »Kundenservice Flugwetterdienst« (WV 22) koordinieren den Aufgaben- und Informationsfluss zu internen und externen Schnittstellen. Der Ab-

teilung Flugmeteorologie ist ebenso fachspezifisch der Bereich Projektkoordination (WV 2P) zugeordnet. Fünf Luftfahrtberatungszentralen (LBZ) an den Flughäfen Frankfurt, München und Hamburg sowie in Berlin und in Essen stellen die regionale Präsenz des Flugwetterdienstes sicher. Nachfolgend sind die wichtigsten Aufgaben dieser Organisationseinheiten aufgeführt:

Referat Systeme und Betrieb Flugwetterdienst:

- ▶ Fachaufsicht über den Flugwettervorhersagedienst im DWD
- ▶ Koordinierung von Fachangelegenheiten auf dem Gebiet der Flugmeteorologie und Steuerung der Luftfahrtberatungszentralen
- ▶ Vertretung des BMVI und des DWD in internationalen Gremien
- ▶ Entwicklung und Betrieb von flugmeteorologischen Produkten und von Briefing- und Distributionssystemen für Luftfahrtkunden
- ▶ SES-Koordinierung im DWD und Berichterstattung
- ▶ Leitung des Qualitäts- und Sicherheitsmanagements für den Flugwetterdienst
- ▶ Koordinierung und Begleitung von ICAO- oder EASA-Audits und Inspektionen des BAF

Referat Kundenservice Flugwetterdienst:

- ▶ Steuerung und Durchführung der Marketingaktivitäten des Flugwetterdienstes
- ▶ Zusammenarbeit mit Behörden, Luftfahrtorganisationen, Flugsicherungsdienstleistern, Flughäfen, Fluggesellschaften und Luftraumnutzern
- ▶ Mitarbeit in nationalen Gremien
- ▶ Aufsicht und Steuerung der Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienste an den internationalen Verkehrsflughäfen und Regionalflugplätzen und Ausstellung von Befähigungsnachweisen für Wetterbeobachter
- ▶ Erstellung von Schulungs- und Prüfungsunterlagen
- ▶ Flugmeteorologische Gutachten und Auskünfte, Beiträge zu Flugunfalluntersuchungen
- ▶ Erstellung von nationalen Richtlinien und Verordnungen bezüglich Durchführung von Flugwetterdiensten

Projektkoordination:

- ▶ Initiierung und Durchführung von flugmeteorologischer Anwendungsentwicklung und wissenschaftlicher Forschungs- und Entwicklungsarbeit
- ▶ Mitarbeit in internationalen und nationalen Projektkonsortien und Gremien

Luftfahrtberatungszentralen (LBZ):

- ▶ Flugwetterüberwachung und Durchführung des Warndienstes an der LBZ Mitte, der LBZ Nord und der LBZ Süd (Meteorological Watch Office = MWO)
- ▶ Erstellung der Flughafenwettervorhersagen TAF und TREND
- ▶ Flugwettervorhersagen für die Allgemeine Luftfahrt
- ▶ Individuelle telefonische Flugwetterberatungen
- ▶ Beratungen für Bundespolizei, Landespolizei und SAR Dienste
- ▶ Betreuung der Operationszentren von Luftfahrt- und Flughafengesellschaften
- ▶ Versorgung der Deutschen Flugsicherung mit speziellen Flugwetterinformationen

*Bisheriger Beratungsraum der LBZ Ost
am ehemaligen Flughafen Berlin-Tempelhof ►*

Organisatorische Neuigkeiten

Im September 2017 zog die Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) Ost von ihrem langjährigen Standort in Berlin-Tempelhof in ihre neuen Räumlichkeiten am zukünftigen Großflughafen Berlin-Brandenburg (BER) um.

Die alten Räume der LBZ Ost am ehemaligen Flughafen Berlin-Tempelhof waren aufgrund von Aufgaben- und Personalmehrung zu eng geworden. Aus diesem Grund und um den neuen Flughafen BER vor Ort besser beraten zu können, wurde der Umzug der LBZ Ost durchgeführt, auch wenn die offizielle Flughafeneröffnung noch aussteht.

Die für die LBZ Ost vorgesehenen Räumlichkeiten standen bereits 2012 zur Verfügung, mussten aber auf einen technisch aktuellen Stand gebracht werden.

Am Umzugstag wurden die Arbeitsplätze in den alten und neuen Räumlichkeiten für einen parallelen operativen Beratungsdienst ausgerüstet und personell besetzt, so dass der Wechsel für die Kunden nicht spürbar war.

Der neue, im Obergeschoss des Gebäudes der Bodenverkehrsdienste Süd (BVD-S) befindliche, großzügig geschnittene und helle Beratungsraum der LBZ Ost bietet sowohl einen Blick auf den östlichen Landeanflug der offiziell noch nicht in Betrieb genommenen Südbahn als auch einen Blick gen Westen in Richtung des künftigen Terminals.



*Cathleen Praetsch bringt für den Umzug der LBZ Ost
die Technik auf den neusten Stand. ►*



▲ Beste Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter der LBZ Ost am neuen Standort

Auf Grund von Arbeiten an der Nordbahn, die der Flughafen Berlin-Schönefeld (zukünftig Berlin-Brandenburg) zeitgleich mit dem Umzug der LBZ Ost durchführen ließ, wurde vorübergehend die Südbahn genutzt, so dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter »zur Begrüßung« für eine kurze Zeit den regen Flugbetrieb direkt mitverfolgen konnten.

Die neue Dienststelle wird durch zusätzliche Räume für Besprechungen oder die Ausbildung von jungen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie moderne und für den 24-stündigen Wechselschichtdienst eingerichtete Sozialräume komplettiert.

2 DWD-Flugwetterdienst

2.2 Personal und Personalentwicklungen

22



▲ DWD- und DFS-Bildungszentrum in Langen

Leistungen des DWD für Luftfahrtnutzer 2017	
Art der Leistung	Anteil (in % der geleisteten Arbeitszeiten)
Interne Leistungen für den FWD	53,7
Spezialdienstleistungen (auf Kundenanforderung)	3,6
Leistungen des Flugwetterdienstes (EUROCONTROL)	42,7
davon	
FWD Daten und Produkte	0,6
FWD Vorhersagen	25,4
FWD Warnungen	0,7
FWD Bereitstellung/Vertrieb	0,5
FWD Beratung/Information	3,7
Andere LF-Leistungen	9,2
FWD Projekte	2,6

Personalkosten und Mitarbeiterproduktivität

Die Leistungen des DWD, die im Jahr 2017 den Luftfahrtnutzern zu Gute kommen, sind in nebenstehender Tabelle mit unterschiedlichen Anteilen zusammengestellt. Hierbei sind unter »Interne Leistungen« alle internen Unterstützung- und Vorarbeiten subsummiert, die zur Erstellung der externen FWD-Leistungen erforderlich sind. Mit »Spezialdienstleistungen« ist die Weiterverarbeitung von Daten und Standardprodukten gemeint, die speziellen Kunden- und Nutzeranforderungen gerecht wird.

Das im Flugwetterdienst des DWD tätige Personal in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) ausgedrückt bestand im Jahr 2017 aus 279 VZÄ gegenüber 2016 mit 283 VZÄ. Aufgrund der zum 1. Januar 2017 erfolgten Umstellung der Abrechnungssystematik ausschließlich auf Direct Costs bestand der abrechenbare Anteil für 2017 aus 88 VZÄ. Somit werden nur noch diejenigen Stunden ausgewiesen, die für die direkten Flugwetterdienstleistungen ent-

Ermittlung der Mitarbeiterproduktivität für den Bereich FWD-IFR		
	2016	2017
Direkte und verrechnete Arbeitsstunden auf FWD-Kostenträger	314.133*	145.569
davon Arbeitsstunden für IFR (ca. 90 %)	283.663	131.449
Service Units¹⁾ (in Tsd.)	14.885	15.728
Mitarbeiterproduktivität für FWD-IFR (in Stunden/Service Unit)	0,02	0,01

* direkte und verrechnete Arbeitsstunden (siehe Text)

standen sind. Diese lagen für das Abrechnungsjahr 2017 bei 145.569 Stunden. Davon abrechnungsfähig gegenüber den Luftfahrtkunden sind die mit dem Instrumentenfluganteil (IFR) zusammenhängenden 131.449 Stunden im Jahr 2017. Werden diese abrechenbaren Stunden den entsprechenden, von der DFS erhobenen Dienstleistungseinheiten bzw. Service Units¹⁾ gegenübergestellt, so ergibt sich ein durchschnittlicher Zeitaufwand pro Service Unit als Maß für die Mitarbeiterproduktivität. Aufgrund der weiterhin anziehenden Konjunktur und des steigenden Wirtschaftsaufkommens in Deutschland stieg die Anzahl der Service Units im Jahr 2017 auf 15.727.696 Units an. Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der neuen Abrechnungssystematik für 2017 (siehe hierzu Kapitel 6) ein deutlich gesunkener durchschnittlicher Betriebsaufwand des Flugwetterdienstes von 0,01 Stunden pro Service Unit.

Personalgewinnung und -entwicklung

Der DWD hat, verursacht durch altersbedingte Abgänge oder durch Umstrukturierungen, weiterhin Personalbedarf an seinen Dienststellen. Dieser wird einerseits gedeckt durch Absolventen des Hauptstudiums im Fachbereich Wetterdienst an der Hochschule des Bundes für die öffentliche Verwaltung und andererseits durch Universitäts-

absolventen mit Bachelor- oder Masterabschluss. Die Absolventen aus beiden Ausbildungswegen durchlaufen anschließend eine Lizenzierungsphase in den neu ausgestatteten Räumen des DWD-Bildungszentrums. 2017 wurden zwei Kurse für die Wetterberatung vorbereitet und in Prüfungen lizenziert.

Sieben Kolleginnen und Kollegen aus der Hochschule des Bundes, die im September 2016 ihren Studienabschluss mit dem Diplom (FH) absolviert hatten, durchliefen danach eine Lizenzierungsphase für den Wetterberatungsdienst. Alle sieben Meteorologen haben ihre Lizenzprüfungen im Dezember 2017 erfolgreich bestanden, so dass sie anschließend ihre Tätigkeiten in der Regionalen Wetterberatung oder in den Luftfahrtberatungszentralen des DWD aufnehmen konnten.

▼ Neuer Schulungsraum im Bildungszentrum



1) Quelle: Deutsche Flugsicherung



▲ Flugwetterbeobachtung an der Flugwetterwarte Leipzig

Auch sechs Meteorologen mit Universitätsabschluss konnten im Juni 2017 erfolgreich lizenziert werden und arbeiten seither in der Wetter- bzw. Flugwetterberatung. Für diese Gruppe schließt sich nach einer fünfmonatigen Einweisungsphase mit Schulungen zur Synoptischen Meteorologie, zur DWD-Modellkette und zu DWD-internen betrieblichen Verfahren eine 15-monatige Lizenzierungsphase an.

Arbeitsanweisungen für Flugwetterbeobachter/-innen

Die Arbeitsanweisungen für Personal im Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst werden über das Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste²⁾ geregelt. Dieses Handbuch³⁾ besteht aus drei Bänden, dem Band Tech, dem Band Pers und dem Band Obs. In letzterem ist im Kapitel 4 der Verweis auf die DWD-interne Vorschrift und Betriebsunterlage (VuB) Nr. 7 enthalten. Diese VuB7 bezieht sich in ihrem Kapitel 05 auf die Besonderheiten in der Flugwetterbeobachtung an internationalen Verkehrsflughäfen. Da ausschließlich der DWD die Flugwetterbeobachtung an internationalen Flughäfen durchführt, ist dieses Kapitel im

o. g. Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste nicht veröffentlicht. Am 1. Juli 2017 ist das Kapitel 05 der VuB7 (VuB7 05OBS) in Kraft getreten. Gleichzeitig wurde der Band Obs des Handbuchs zur Richtlinie Flugwetterdienste an den Flugwetterwarten der internationalen Verkehrsflughäfen im vollen Umfang verfügt. Damit wurde die Vereinheitlichung der Regelwerke für die Flugwetterbeobachtung und -meldung in Deutschland erfolgreich abgeschlossen. Die Besonderheiten für das DWD-eigene Personal an den Flugwetterwarten, die mit VuB7 05OBS geregelt werden, sind unter anderem TREND-Eingaben, Notfallverfahren und ASDUV-Spezifikationen, wie DFS-Telegramme und Sensorstandorte.

Neben dem Band 05 der VuB7 wurden 2017 nachstehende Kapitel der VuB7, die v. a. den Flugwetterberatern und /-beraterinnen dienen, aktualisiert:

- ▶ 04 (VuB7 04DAT, Teil 2, Havarie- und Ausfallregelungen für den Flugwetterdienst), in Kraft getreten am 01. 03. 2017
- ▶ 08 (VuB7 08PROG, Teil 1, Flugwettervorhersage); in Kraft getreten am 15. 03. 2017

2) https://www.baf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Veroeffentlichungen_Formulare_BAF/sop_RichtlinieFlugwetterdienste.pdf

3) https://www.baf.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Veroeffentlichungen_Formulare_BAF/sop_richtlinieFlugwetterdienste_HandbuchObs_Version2.pdf



© Martin Aman, DWD



Eis in den oberen Etagen

Die Aufnahme vom 24. 05. 2018 zeigt ein aufziehendes fröhsummerliches Wärmegewitter nahe des Flughafens Saarbrücken. Bei der Entstehung von Gewittern unterscheidet man mehrere und zum Teil zusammenwirkende Ursachen. Wärmegewitter bilden sich durch Labilisierung ausreichend feuchter Luft infolge kräftiger Sonneneinstrahlung und anschließender massiver Konvektion in darüber liegende, kältere Luftschichten. Labilisierung kann auch durch orographische Hebung beim Überströmen von Gebirgen erreicht werden. In jedem Falle entstehen eindrucksvolle, sich hoch auftürmende Gewitterwolken, sogenannte Cumulonimben, die in ihren oberen »Stockwerken« aus Eiskristallen bestehen.

3 Kundendienstleistungen

3.1 Kunden und Leistungen

Die Luftfahrt hat sich in den letzten Jahren zu einem weltweit wichtigen Wirtschaftsfaktor entwickelt. Entsprechend verändern sich auch die Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes und passen sich an die Erfordernisse der Kunden an. Die Abteilung Flugmeteorologie des DWD versorgt und betreut Kunden aus verschiedenen Bereichen der Luftfahrt.

Zu den Kundengruppen der Abteilung Flugmeteorologie zählen

- ▶ Verkehrsluftfahrt,
- ▶ Allgemeine Luftfahrt und Sportluftfahrt,
- ▶ Deutsche Flugsicherung (DFS) und EUROCONTROL,
- ▶ Deutsche Flughäfen und ihre Dienstleister,
- ▶ Fliegende Einheiten der Rettungsdienste und des Katastrophenschutzes,
- ▶ Luftfahrtverbände und -vereine,
- ▶ Flugschulen,
- ▶ Luftfahrtbehörden.

Für diese Kundengruppen erbringt der Flugwetterdienst u. a. folgende Leistungen:

- ▶ Kontinuierliche Erfassung der flugmeteorologisch relevanten Parameter in Bodennähe und in der freien Atmosphäre,
- ▶ kontinuierliche Flugwetterüberwachung,
- ▶ Erstellung von Flugwettervorhersagen für die Verkehrsflughäfen, die verschiedenen Lufträume und die einzelnen flugklimatologisch abgegrenzten Regionen,
- ▶ Flugwetterberatung für die verschiedenen Kundengruppen und Bedarfsträger sowie
- ▶ Ausgabe von Flugwetterwarnungen.

Die intensive flugmeteorologische Betreuung der verschiedenen Kundengruppen führt zu einem Sicherheitsgewinn und leistet einen entscheidenden Beitrag zur Wirtschaftlichkeit, Pünktlichkeit, zum Umweltschutz und allgemein zur Optimierung der Prozesse in der gesamten Luftfahrt.

Den Kunden werden qualitätsgeprüfte Daten und Produkte, die den nationalen und internationalen Regelwerken entsprechen, hochverfügbar bereitgestellt. Dabei erfolgt die Versorgung mit flugmeteorologischen Daten, Produkten und Dienstleistungen sowohl dezentral durch die Flugwetterberatung der LBZn und die Wetterbeobachtung an den Flugwetterwarten, als auch aus der Zentrale des DWD in Offenbach. Weitere Informationen zur Kundenversorgung können Sie in Kapitel 3.2 nachlesen.

In der Tabelle auf Seite 29 oben sind die Aufgaben und Leistungen für die verschiedenen Kundengruppen zusammengestellt. Sie werden über die von der DFS und Eurocontrol eingezogenen Gebühren für den Instrumentenflug (An- und Abflug sowie Strecke) und über Bundesmittel für den Sichtflug abgerechnet. Nähere Ausführungen hierzu können Kapitel 6 entnommen werden.

Neben den in der Tabelle auf Seite 29 oben genannten Leistungen, die aus Gebühren und Bundesmitteln finanziert werden, bietet der DWD den Luftfahrtkunden weitere Leistungen gegen Entgelt an. Die Umsätze für Leistungen, die gegen Entgelt angeboten werden, lassen sich der Tabelle auf Seite 29 unten entnehmen.

Aufgaben und Anzahl erstellter Leistungen des DWD zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt		Ist 2017
Meteorologische Dienstleistungen für die IFR-Luftfahrt		
Mündliche Flugwetterberatungen		2.320
TAFs für deutsche Flughäfen		69.268
Trend-Vorhersagen		280.423
SiGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen ¹⁾		15.307
Low-Level Significant Weather Charts		2.555
Flugwetterübersichten / 3 Tage Prognosen		15.392
Meteorologische Dienstleistungen für die VFR-Luftfahrt		
Vorhersagen für Low-Level-Flüge (GAFOR, GAMET)		6.974
Mündliche Flugwetterberatungen		41.491
Meteorologische Dienstleistungen für Rettungsdienste, Flugsicherung, Flughäfen		
Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen		22.677
Spezialvorhersagen für die Flugsicherung		5.844
Spezialvorhersagen für Flughäfen und Air Traffic Management		71.906
Selbbriefingdienste für die zivile Luftfahrt (IFR und VFR), Flughäfen und Luftfahrtienstleister		
Kunden der Selbbriefingssysteme pc_met Internet Service		14.571
Internetseiten-Aufrufe: pc_met Internet Service		277.165.731
Internetseiten-Aufrufe: Alpenflugwetter		8.569.106
Internetseiten-Aufrufe: Meteorological Airport Briefing		138.034.024
Telefax, Ansgedienste		635
		1) wetterabhängige Leistungen

Umsätze aus meteorologischen Leistungen zur Sicherung der Luftfahrt - Spezialdienstleistungen		
Produktgruppe	Ist 2016 (EUR)	Ist 2017 (EUR)
Selbbriefingssysteme (pc_met u. a.)	901.179	904.001
Flugmeteorologische Gutachten und Auskünfte	4.860	13.490
Sachverständigenleistungen nach JVEG	ca. 3.600	3.634
Meteorologische Betreuung der Regionalflughäfen einschließlich Ausbildung des Personals	141.185	128.314
Mehrwertdienste (individuelle mündliche Flugwetterberatungen, IFR-Fax, TAF-Guidance und abgeleitete Produkte)	87.776	79.995
Erstellung/Bereitstellung flugmeteorologischer Informationen für Flughäfen und Service Provider	53.687	46.009
Sonstiges (Lehrfilme für die Pilotenaus-/fortbildung, Flugwetterseminare für Piloten etc.)	13.835	13.232
Umsatz Spezialdienstleistungen gesamt	1.202.522	1.188.675

3 Kundendienstleistungen

3.2 Kundenversorgung mit Flugwetter

30

Die Versorgung der Kunden mit flugmeteorologischen Informationen erfolgt über verschiedene Vertriebswege. Während die Towerlotsen der DFS sehr zeitnahe Messwerte der Wetterparameter an den Verkehrsflughäfen benötigen und über direkte Modemstrecken versorgt werden, erfolgt die Übermittlung von Daten und Produkten an die DFS-Zentrale in Langen und alle weiteren Luftfahrtkunden über das FTP-Dateiübertragungsprotokoll, per E-Mail oder auch über einen Geoserver. Der Übertragungsweg richtet sich nach den Daten und Produkten in Abstimmung mit dem Kunden. Bedarfsgerecht erhalten die Kunden an den internationalen Verkehrsflughäfen zusätzlich aktuelle Wetterinformationen und Flugwetterberatungen im Rahmen von regelmäßig und situativ durchgeführten Wetterbriefings (telefonisch oder face to face) durch die Flugwetterberater und -beraterinnen der Luftfahrtberatungszentralen (siehe Kapitel 2.1).

Darüber hinaus bietet der DWD seinen Kunden spezielle, kundenspezifisch eingerichtete Webseiten (Selfbriefingsysteme) zur selbstständigen Durchführung eines Flugwetterbriefings an. Neben den Schlüsselkunden der Verkehrsluftfahrt haben auch die Piloten der Allgemeinen und gewerblichen Luftfahrt die Möglichkeit, diese Art des Briefings zu nutzen, alternativ oder ergänzend zur persönlichen Flugwetterberatung. Nachfolgend werden die drei Flugwetter-Selfbriefingsysteme, die sich inhaltlich durch die Ausrichtung auf die jeweilige Nutzergruppe unterscheiden, kurz beschrieben.

Selfbriefingsysteme

► **Meteorological Airport Briefing (MAB)**

Das **MAB** ist eine webbasierte, auf die Flughäfen und die dort ansässigen Flughafendienstleister (z. B. Winter- und Verkehrsdienste) zugeschnittene Zusammenstellung von flugmeteorologischen Produkten, die für die Steuerung sämtlicher

Prozesse im Air Traffic Management (ATM) benötigt werden. Speziell für die Verkehrsflughäfen erstellte Produkte sind z. B. die von der jeweiligen Luftfahrtberatungszentrale erstellten Schichtbriefing-, Nowcast- und Winterdienstberichte, aber auch die kundenspezifischen Radar-, Gewitter- und Blitzprodukte. Jeder Verkehrsflughafen erhält bei Bedarf einen Zugang zu diesem Selfbriefingportal.

► **Heliportal**

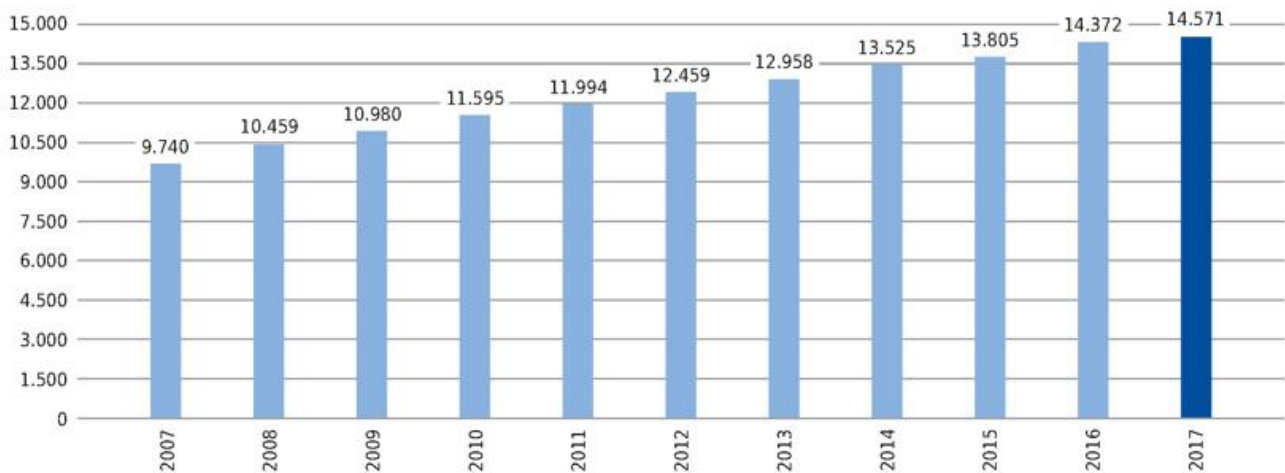
Für die Kundengruppe der Hubschrauberpiloten (Polizei- und Rettungsflug) gibt es einen eigenständigen Selfbriefingbereich, das **Heliportal**, für die meteorologische Vorbereitung von Helikopterflügen. Konsultationen mit den Nutzern zeigen insgesamt ein positives Feedback, konstruktive Kritik führt zu weiteren Optimierungen sowohl inhaltlich als auch in der täglichen Nutzung.

► **pc_met Internet Service (www.flugwetter.de)**

Das Selfbriefingsystem »pc_met Internet Service« unterstützt Piloten der Verkehrsluftfahrt, der Allgemeinen Luftfahrt und des Luftsports bei der meteorologische Flugvorbereitung. Die Produktpalette erstreckt sich von Warnungen, über Vorhersageberichte- und -karten zu Vorhersagen für den Luftsport und Spezialanwendungen. Nicht zu vergessen sind die hochauflösenden Radar-, Blitz und Satelliteninformationen in z. T. fünfminütigen Aktualisierungen. Der pc_met Internet Service wird derzeit von mehr als 14.000 Luftfahrtkunden (siehe Grafik auf Seite 31) genutzt.

Der Flugwetterdienst hat aufbauend auf der 2016 durchgeführten Studie zur Integration von Geowebdiensten in die bestehende Infrastruktur begonnen, den pc_met Internet Service neu zu konzeptionieren. Es wird in Zusammenarbeit mit der Abteilung Basisvorhersagen eine gemeinsame Basis für zwei kundenspezifische Anwendungen geschaffen. Somit können Synergien im

pc_met Kunden in den Jahren 2007 bis 2017



IT-Layout, des Authentifizierungsprozesses oder der Produkteinbindung genutzt werden. Im Jahr 2017 wurden die konkrete Planung der Entwicklungsmaßnahmen und die technischen Anforderungen spezifiziert.

Die Benutzung von Geowebdiensten mit Geoservern und Datenbanken im Hintergrund werden zukünftig eine interaktive Bedienung und zeitgemäße Visualisierung ermöglichen. Diese Umstellung bedeutet intensive Entwicklungsarbeit über die nächsten Jahre hinweg. Bei der Umsetzung wird unterstützend auf die Expertise eines externen Dienstleisters zurückgegriffen.

Für die speziellen Nutzergruppen der oben beschriebenen MAB- und Heliportale konnte bereits eine auf Geowebdiensten basierende Visualisierung von Nowcasting-Informationen realisiert werden. Mit Hilfe dieser Implementierung wurden wertvolle Erfahrungen über die performante Nutzung von Geowebdiensten zur Visualisierung meteorologischer Daten gemacht. Außerdem wurde 2017 für einzelne Produkte und spezielle Nutzergruppen eine Datenabgabe über den Geoserver realisiert.

Innovationen in der Kundenversorgung

► Externe IT-Dienstleister bringen die Flugwetterinformationen des DWD in die Anwendung

Der Flugwetterdienst bietet den Kunden der Luftfahrt ein immer umfangreicheres Portfolio an Daten, Produkten, Verfahren und Dienstleistungen an. Die große Herausforderung besteht nun darin, die Flugwetterinformationen für jede einzelne Kundengruppe und für alle Prozesse in der ATM-Landschaft so aufzubereiten, dass das vorhandene Potenzial der bereitgestellten Wetterinformationen in jedem einzelnen Bereich voll ausgeschöpft werden kann.

Viele unserer Kunden beauftragen interne und externe IT-Dienstleister zur Optimierung ihrer eigenen Prozesse, ihrer IT-Anwendungen, der verwendeten Kommunikationseinrichtungen und allgemein zur technischen Unterstützung des täglichen operativen Geschäftes. Bei der Bereitstellung von Flugwetterinformationen ist es dem DWD wichtig, die Luftfahrt als Nutznießer dieser Flugwetterinformationen finanziell nicht zusätzlich zu belasten. Die über Luftfahrtgebühren und über den Bundeshaushalt bereits finanzier-

ten Daten und Produkte werden deshalb ohne weitere Kosten (nur Bereitstellungsentgelt) auch an IT-Dienstleister zur Versorgung der geschlossenen Nutzergruppe Luftfahrt abgegeben, wobei jeweils vertraglich geregelt wird, dass keinerlei inhaltliche Änderung der Flugwetterinformationen des DWD hinsichtlich ihrer meteorologischen Aussage vorgenommen werden dürfen. Bei der Weiterverarbeitung der Flugwetterinformationen des DWD und insbesondere bei der Implementierung und Darstellung der Informationen in den Kundenapplikationen muss das Richtliniendokument AMC-DWD-01 »Display of Meteorological Information« angewendet werden.

► **AMC-DWD-01 Display of Meteorological Information**

Am 30. November 2017 veröffentlichte der Flugwetterdienst des DWD ein Richtliniendokument in der Form eines Acceptable Means of Compliance (AMC).

Die Adressaten für die Nutzung der AMC sind neben den Luftfahrtregulierungsbehörden vorrangig die Verkehrsluftfahrt, die Flugsicherungsdienste (u. a. die Flugverkehrsdienste), die Flughäfen sowie Software- und Systemhersteller für die Luftfahrt. Das AMC-DWD-01 »Display of Meteorological Information (Acceptable Means of Compliance for Display of Digital Meteorological Information)« ist bewusst in englischer Sprache verfasst, da viele der adressierten Nutzer des Dokuments international tätig sind und die zugrundeliegenden internationalen Vorschriften und Standards von ICAO, EASA und WMO ebenfalls in Englisch vorliegen.

Dieses Dokument beschreibt die korrekte Implementierung und Visualisierung von meteorologischen Informationen für Anwendungen in der Luftfahrt und soll damit die Luftfahrtregulierungsbehörden LBA, BAF und die Landesluftfahrtbehörden fachlich bei der Regulierung und

Zertifizierung dort unterstützen, wo meteorologische Informationen verarbeitet und dargestellt werden. Eine aktive Beteiligung des DWD bei Zertifizierungsprozessen ist nicht vorgesehen.

► **Weather Visualisation for ATC (WxVis4ATC)**

Im Rahmen des 2. Luftfahrtforschungsprogramms des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) führt der DWD als Verbundführer zusammen mit der Deutschen Flugsicherung (DFS) und der Fa. MeteoSolutions das Projekt Weather Visualisation for ATC (WxVis4ATC) durch.

Dieses Projekt läuft von Mitte 2016 bis Ende September 2019. Projektziel ist u. a., die meteorologischen Daten derart bereitzustellen, dass die meteorologische Aussage bei der Verarbeitung durch die technischen Systeme bei der DFS erhalten bleibt. Das bedeutet, dass die meteorologischen Produkte unverfälscht dem Endnutzer DFS interpretationsfrei, prozessorientiert und ergonomisch zur Verfügung gestellt werden. In WxVis4ATC soll unter Einbeziehung eines neuronalen Netzes die Windvorhersage beim Endanflug kalibriert und seitens der DFS evaluiert werden. Damit soll ein automatisiertes Auswertungs- und Entscheidungsunterstützungssystem erprobt und eine geeignete Visualisierung dieses Outputs realisiert werden. Ergänzend führt der DWD eine Sensitivitätsstudie zur Auflösung der meteorologischen Vorhersagedaten durch.

Das erste Hauptarbeitspaket zur Aufnahme der Anforderungen an MET Phänomene und deren Vorhersageprodukte (inkl. Visualisierung und Datenbereitstellung) konnte im Jahr 2017 erfolgreich abgeschlossen werden.

► **Task Force Vulkanasche**

Im Jahr 2017 wurde für eine Vulkanascheübung (VOLCEX) der DWD Task Force Vulkanasche ein Vulkanausbruch des Agua de Pau auf den Azoren simuliert. Das Team der Task Force Vulkanasche

ist mit Notebooks und Mobiltelefonen für den Krisenfall ausgestattet, um auch direkt im Lage- und Informationszentrum der Flugsicherung umfassend beraten zu können.

► **WAWFOR (World Aviation Weather Forecast)**

Der DWD hat einen Datensatz mit Wettervorhersagen zusammengestellt, der speziell an den Bedürfnissen der Verkehrsluftfahrt ausgerichtet ist. Dieser Datensatz enthält Elemente direkt aus dem meteorologischen Wettermodell ICON, daraus abgeleitete Größen und zusätzliche Elemente von Anschlussverfahren wie ADWICE für die Flugzeugvereisung und dem Turbulenzverfahren. Die folgenden fünf verschiedenen Datenpakete wurden 2017 in globaler Abdeckung und als Europaausschnitt operationalisiert und stehen für unsere Kunden zum Abruf alle sechs Stunden zur Verfügung:

ICON-Volumendaten:

Wind; Temperatur; Relative Feuchte; Geopotenzial und Wolkenbedeckung in 26 Druckflächen,

ICON-Einzelflächen:

Temperatur und Taupunkt in 2 m; Oberflächentemperatur, QNH, QFF; Wind (u, v) und Böen 10 m; Tropopausenhöhe und -temperatur; Windmaximum und Höhe des Windmaximums,

Cb, Niederschlag und Wetter

(inkl. Erkennung von Gewittern):

Cb horizontal extent; Cb base; Cb top; Skaliger Regen (1h); Skaliger Schnee (1h); Konvektiver Regen (1h); Konvektiver Schnee (1h); ww (1h),

Vereisung:

ADWICE severity (Volumen auf 32 Drucklevels); ADWICE scenario (Einzelfläche),

Turbulenz:

EDP MAX (Volumendaten in 30 Drucklevels),
EDP_MAX_LFIR_FL100/180,
EDP_MAX_UFIR_FL180/255,
EDP_MAX_LUIR_FL255/FL350,
EDP_MAX_UUIR_FL350/FL450.



► **Wetterinformationen für Drohnenflüge**

Die Zahl der Drohnen hat sich in den vergangenen Jahren verdoppelt und wird sich nach einer Schätzung der Deutschen Flugsicherung bis 2020 weltweit noch einmal verdoppeln. Seit 1. Oktober 2017 ist eine neue Luftverkehrsordnung (LuftVO) in Kraft, die für Drohnen zwei Luftfahrzeugklassen (nach §1 LuftVG) neu regelt: Erlaubnisbedürftiger Betrieb von (a) unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) und (b) Flugmodellen.

Deutsches und Europäisches (EASA) Recht verlangen in Zukunft verpflichtend Wetterberatungsleistungen auch für Drohnenpiloten. Darüber hinaus will die Deutsche Flugsicherung in ihrem Angebot für Drohnen (Drohnen-App) auch Flugwetterinformationen für Drohnen anbieten. Es ist geplant, zukünftig hochaufgelöste COSMO-D2 Daten sowie ein aktuelles Regen-Radarbild und Blitzdaten für Flugmodelle und UAS bereitzustellen. Die kostenpflichtige individuelle Flugwetterberatung steht für alle ferngesteuerten Luftfahrzeuge zur Verfügung, während der pc_met Internet Service für gewerbliche Nutzung zugänglich ist. Frei zugängliche flugmeteorologische Angebote zur Flugvorbereitung für Drohnen in Sport und Freizeit sind in Vorbereitung.

3 Kundendienstleistungen

3.3 Kundenkonsultationen

34



▲ Angeregte Gespräche beim Kundenforum 2017

Um unseren Kunden unsere Dienstleistungen erläutern zu können und sie bei deren Anwendung zu unterstützen, erfolgt neben der direkten Konsultation die Präsenz auf Messen und die Einladung zum Kundenforum in unsere Zentrale in Offenbach.

Kundenforum

Die Abteilung Flugmeteorologie führt jährlich ein Kundenforum durch, auf dem den Gästen von Flughäfen, Fluggesellschaften, Verbänden, dem BMVI, dem BAF, dem LBA und der DFS Rechenschaft

über die Leistungen und Kosten des Flugwetterdienstes und ein Einblick in die die neuen flugmeteorologischen Entwicklungen, Aktivitäten und laufenden Projekte gegeben wird. Der Flugwetterdienst wird damit auch der Forderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011 (Details in der Fußnote auf Seite 58) nach jährlichen Kundenkonsultationen gerecht.

Das Kundenforum im Jahr 2017 fand am 30. November in der DWD-Zentrale in Offenbach statt. Im Fokus standen der Jahresbericht und die



▲ Guter Informationsaustausch zwischen Kunden und Vertretern des FWD

Kosten des Flugwetterdienstes für das Jahr 2016 sowie ein Ausblick auf die Folgejahre. Die weiteren Themenschwerpunkte zeigten die Aktivitäten des Flugwetterdienstes im Zeitalter der voranschreitenden Digitalisierung. Die JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft stellte die kamerabasierte Sichtweitenmessung »VisCam« vor. Aufmerksam verfolgt wurde auch der Vortrag von Dr. Thomas Wetter (DWD) zu einem neuen Richtliniendokument, das die korrekte Implementierung und Visualisierung von meteorologischen

Informationen für Anwendungen in der Luftfahrt beschreibt. Gemeinsam mit der Deutschen Flugsicherung präsentierte der DWD die Aktivitäten im Umgang mit dem neuen und stark wachsenden Luftverkehrsteilnehmer Drohnen bzw. den unbemannten Luftfahrtsystemen.

Messe- und Ausstellungspräsenz

Der Flugwetterdienst beteiligt sich regelmäßig an Luftfahrtmessen. Im Jahr 2017 war es unter anderem die AERO in Friedrichshafen vom 5. – 8. April. Dort wurden den Messebesuchern vor allem die neuen Produkte in unserem Selfbriefingsystem pc_met Internet Service präsentiert. Die Besucher hatten Gelegenheit, ihre Fragen rund um die Flugmeteorologie, die Flugwetterprodukte sowie zu den verschiedenen Fachverfahren und Selfbriefingsystemen mit unserem fachkundigen Standpersonal zu erörtern.


Zusätzlich zu der Luftfahrtmesse AERO unterstützte der DWD 2017 mit einer Vor-Ort-Präsenz auch einige Luftfahrtveranstaltungen, wie z. B. den Bayerischen Fliegertag in Hirschaid am 18. Februar, den Deutschen Segelfliegertag in Hagen am 4. November, den DFS Pilotentag in Langen am 18. November und den Luftsporttag in Kamen am 26. November.

Die Messen und Ausstellungen wurden genutzt, um mit den Kunden in direkten Kontakt zu treten und um Rückmeldungen zum gesamten Leistungs- und Angebotsspektrum zu erhalten. Eine große Nachfrage und Zuspruch erfahren wir alljährlich auf dem DFS Pilotentag durch unsere Vorträge zu Wetterthemen.



© Clemens Weidemann, DWD

Lichtbogen und Schockwelle



Gewitter werden stets von Blitz und Donner begleitet. Blitze, wie der im Bild gezeigte, entstehen, wenn sich die elektrischen Spannungsunterschiede zwischen Wolke und Erdboden in Form eines kurzzeitigen »Lichtbogens« entladen. Die plötzliche und starke Erhitzung der Luft im »Blitzkanal« infolge des hohen Stromflusses (in Sekundenbruchteilen auf einige zehntausend Grad) bewirkt ihre explosionsartige Ausdehnung. Der damit einher gehende Druckanstieg erzeugt eine Schockwelle, die sich in der unmittelbaren Umgebung des Blitzes als scharfer Knall bzw. »Donnerschlag« bemerkbar macht.

4 Innovation und Entwicklung

4.1 Informationstechnik, Messtechnik und -systeme

38

Modernisierung der Datenformate für OPMET-Daten

OPMET-Daten sind meteorologische Informationen (d. h. METAR, SPECI, TAF und SIGMET), die momentan in Form von kodierten Textgruppen international verteilt werden (TAC - Traditional Alpha-numeric Code). Zukünftig sollen diese OPMET-Daten auch im neuen, durch die WMO definierten xml-Format IWXXM erstellt und verbreitet werden. Der DWD überführte 2017 diese OPMET-Daten von TAC zu IWXXM.

Bereitstellung von Geo-Webdiensten

Die zuverlässige Bereitstellung von webbasierten Diensten für Kunden des DWD hat weiter an Bedeutung zugenommen. Neben vollständigen Webseiten werden auch standardisierte Schnittstellen nachgefragt, die es ermöglichen, Produkte des DWD einfach in eigene Anwendungen zu integrieren. Die im DWD zur Verfügung stehende Infrastruktur stellt hierbei für Geo-Webdienste eine leistungsfähige offene Schnittstelle für Karten- und Downloaddienste zur Verfügung. Der Betrieb

der Infrastruktur für die Geo-Webdienste wurde 2017 weiter entwickelt und war zu 99,9 % des Jahres 2017 verfügbar. Gemeinsam mit der Abteilung »Systeme und Betrieb« wurden die von der Abteilung Flugmeteorologie 2017 durchgeführten Evaluierungen für die Verfahren NowCastMIX-Aviation und Nowcast MIX-Winterwetter zur operationellen Reife gebracht und 2017 bzw. Anfang 2018 in Betrieb genommen.

Weiterentwicklungen in der Produktions- und Visualisierungssoftware Ninjo

Die auf den Flugwetterdienst spezialisierten NinJo-Komponenten Aviation-Layer, Aviation-EPM, TAF-Guidance-Layer, NVF-Layer und NinJo-Product-Workbench werden kontinuierlich weiterentwickelt. Der Layer Aviation Weather Event Manager (AWEM) als Editor für die Flugwetterberater wurde in Kooperation mit dem kanadischen Wetterdienst entwickelt. Diese Softwarekomponente wird seit Ende 2017 auf die Anforderungen im europäischen Luftraum angepasst.

Ninjo
AWEM ▶

The screenshot displays the Ninjo AWEM software interface. At the top, there is a 'File' menu and a toolbar. Below the menu is a table of flight events:

Event ID	Event Type	Phrase	Status	RR	Reason	Time	Time Out	Map
S 00002	SLV TURB	Origin	Active	CZLH	Update	2 hr 52 ... 340000...	Go	
A 00001	TCU / TS	Active	CZLH	Update	3 hr 2 min 140010...	Go		
A 00002	TCU / TS	Active	CZLH	Update	3 hr 2 min 140010...	Go		
S 00002	SLV TURB	Active	CZLH	Update	3 hr 17 ... 340020...	Go		

Below the table is a 'Event Description Form (EDF) - Draft event' window for 'SIGMET Severe Turbulence - S 00002'. It includes fields for 'Flight Levels' (Top FL: 300, Base FL: 240), 'Motion' (MOV Direction: ENE, Speed: 30), 'Intensity Trend' (ESE), 'Valid Period' (13/07/2018 to 14/07/2018), and 'Forecaster Notes'. The 'Event Area' section shows a table of coordinates:

pt	Latitude	Longitude	Reference Size	Add	Delete
1	N 49.54	W 007.34	ZS-NW-CZLH		
2	N 50.02	W 007.40	AS-N-CYU		
3	N 51.18	W 072.39	SO-NW-ORH4		

The 'Flight Information Reg.' section lists affected regions: Montreal, Toronto, and Winnipeg. The 'Graphical Area Forecast' section lists affected flight numbers: EGACH30 and GFACH33. The main map shows North America with a highlighted event area in the central US. The bottom status bar shows the current time as 13/07/2018 13:00.

Steigerung und Redundanz der Produktion

Im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum (DMRZ) am Standort Offenbach werden redundante Hochleistungsrechnersysteme, Hochleistungsdatenhaltungssysteme und das meteorologische Archiv betrieben. Als georedundanter Ausfallstandort des DMRZ sind weitere Datenhaltungs- und Produktionssysteme an den Standorten Berlin, Potsdam und Euskirchen untergebracht. Des Weiteren werden Ressourcen am EZMW in Reading genutzt. Die drei Produktionslinien NWV, Klimaroutine und Experimentiersystem sind über die DMRZ-Standorte verteilt. Somit ist der IT-Betrieb des DMRZ für die wichtigsten Fachverfahren georedundant abgesichert, auch für die Verfahren für die Flugmeteorologie. Da die Kernproduktion rund um die Uhr zu gewährleisten ist, müssen ihre Prozesse hochverfügbar und hoch performant sein. Die Leistungsanforderungen der numerischen Vorhersageverfahren steigen mit dem allgemeinen wissenschaftlichen Fortschritt stetig an; entsprechend konnte Mitte des Jahres 2017 die operationelle Leistung des Hochleistungsrechnersystems des DWD um 15 % ausgebaut werden.

Umgang mit gestiegenen Datenmengen

Die vom Deutschen Wetterdienst realisierten wissenschaftlich-technischen Fortschritte in der Wetterbeobachtung und -vorhersage führen zu einem enormen Anstieg der elektronisch zu verarbeitenden Datenmenge. Dazu zählen insbesondere der Ausbau von räumlich sondierenden Fernerkundungssystemen, in denen kontinuierlich rasterbezogene Messdaten produziert werden (z. B. Radar, LIDAR, Satellitenbeobachtungen, Windprofiler), der Übergang zu numerischen Wettermodellen mit höherer Auflösung und Komplexität, die Verdichtung der Produktion durch eine höhere Anzahl von Modellläufen und die Berechnung von mehr Spezialmodellen, die Durchführung von Projekten zum Klima-

wandel und die Berechnung regionaler Klimamodelle. Die IT-Systeme des DWD müssen in der Lage sein, einen derart großen Anstieg des Datenvolumens in der vorgegebenen Verarbeitungszeit zu bewältigen. Um den stetig steigenden Anforderungen bezüglich Zugriffsverhalten und Ausfallsicherheit zu genügen, wurden Anpassungen beziehungsweise Erweiterungen des Datenmanagements in Bezug auf System- sowie Softwarearchitektur durchgeführt. Die Programme des zentralen Dateneingangs wurden dahingehend reorganisiert, dass sie skalierbar und im Design flexibler sind. Die Entschlüsselungssoftware für eingehende Daten wurde erweitert, um sowohl neue Formate als auch die steigende Datenmengen betriebsstabil verarbeiten zu können. Die zentrale Datenhaltung wurde mit Parallelisierung und besonderen Cache-Mechanismen ausgebaut. Für die Aufgaben des nationalen und internationalen Datenaustauschs werden verschiedene IT-Systeme eingesetzt, die im 24h-Dauereinsatz betrieben werden, z. B. das Verfahren WISO, das die Anforderungen im Bereich der internationalen Dienstleistungen sowie der nicht dem DWD zugehörigen überregionalen Nutzer mit 99,95 % Verfügbarkeit abdeckt.

Softwarebibliotheken

Zum Schreiben und Lesen von Daten im WMO FM-92 GRIB Format setzt der DWD derzeit das Softwarepaket GRIB-API des EZMW ein. Das EZMW hat auf Basis der GRIB-API die Software EcCodes entwickelt, die zusätzlich zum WMO FM-92 GRIB Format auch Schnittstellen für das WMO FM-94 BUFR Format bereitstellt. Im Frühjahr 2017 hat das EZMW ein »end-of-life« der GRIB-API für Ende 2018 angekündigt. Derzeit sind sowohl die GRIB-API als auch EcCodes auf dem Supercomputer Cray X30 des DWD und dem Linux-Cluster für NWV-Anschlussverfahren/Postprocessing verfügbar. Die Werkzeuge CDO und Fieldextra sind bereits mit EcCodes verlinkt.

Numerische Wettervorhersage

Zur »idealen« Wettervorhersage müssten jeder Zustand und alle Prozesse in der Atmosphäre genau bekannt und im Vorhersagemodell korrekt abgebildet sein, was in praxi kaum möglich bzw. nur näherungsweise realisierbar ist. Bereits der erste Schritt zur Prognose – die Berechnung des gegenwärtigen Atmosphärenzustands – ist aus messtechnischen und mathematischen Gründen mit Ungenauigkeiten behaftet, die sich im Zusammenspiel mit zwangsläufigen Vereinfachungen der Modellphysik bei deren mathematischer Formulierung im »chaotischen System« Erdatmosphäre zu großen Vorhersagefehlern aufschwingen können. Daher bedienen sich moderne Wettervorhersagesysteme nicht mehr nur einer einzelnen Prognose, sondern stützen sich auf ein mehrzähliges »Ensemble« verschiedener Modellläufe.

Das im Januar 2018 beim Deutschen Wetterdienst in den operationellen Betrieb überführte Ensemble-Vorhersagesystem »ICON-EPS« (ICOsahedral Non-hydrostatic-Ensemble Prediction System) baut auf den im Rahmen der globalen Ensemble-Datenassimilation (ICON-EDA) operationell erstellten 40 Analysen auf. Ausgehend vom gleichen Starttermin werden achtmal täglich 40 Rechnungen mit dem globalen Wettervorhersagemodell ICON mit einer Maschenweite von 40 km (20 km über Europa) mit leicht unterschiedlichen Anfangszuständen durchgeführt, um die von Wetterlagen abhängige Unsicherheit der Vorhersagen besser bestimmen zu können. Gerade für die Luftfahrt gefährliche Wetterereignisse wie Schneefälle, Starkregen und Sturm sind schwierig vorherzusagen, weil schon kleine Änderungen der Zugbahn eines Tiefdruckgebietes oder seiner Intensität zu großen Änderungen in der lokalen Auswirkung führen können. Mit den 40 Vorhersagen des ICON-EPS lassen sich neben der wahrscheinlichsten Wetterentwicklung schon zwei bis vier Tage im Voraus mögliche alternative

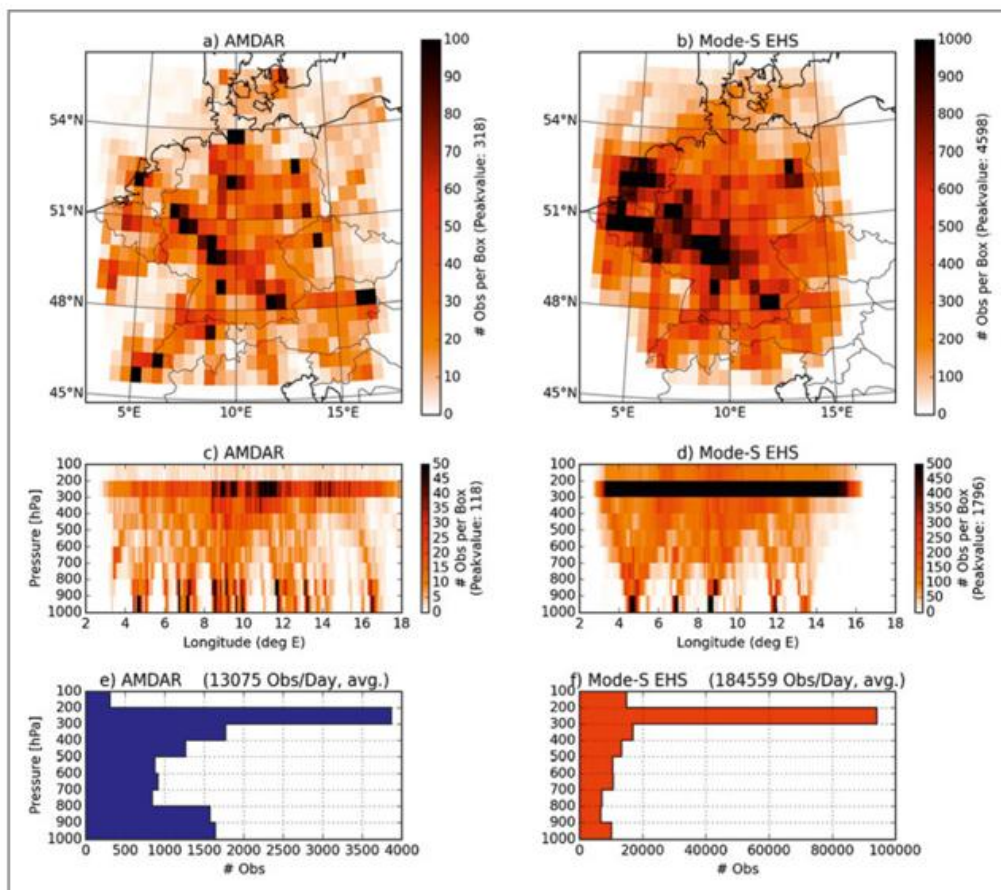
Szenarien erkennen. Damit verbessern sich für die Flugwetterberater des DWD die Möglichkeiten, im kurzfristigen Vorhersagebereich neben der wahrscheinlichsten Wetterentwicklung auch eventuelle alternative Wetterszenarien rechtzeitig erkennen zu können. ICON-EPS-Rechnungen erzeugen pro Tag mehr als vier Terabyte an Vorhersagedaten.

Nutzung der aus Satellitenbildern abgeleiteten Atmospheric-Motion-Vector-Winde in der numerischen Wettervorhersage

Atmospheric-Motion-Vector-Daten (AMV-) sind Windbeobachtungen, die aus Wettersatellitenbildern im sichtbaren sowie im infraroten Spektralbereich gewonnen werden, indem aus der Verlagerung beobachteter Wolkenstrukturen Windrichtung und Windgeschwindigkeit in der jeweiligen Wolkenhöhe abgeleitet werden. Sie sind wichtiger Bestandteil des Globalen Beobachtungssystems der WMO und die einzige Datenart, die auch über beobachtungsarmen Regionen wie Ozeanen und Polargebieten und damit global verfügbar ist. Der qualitätsverbessernde Einfluss von AMV-Winddaten auf die numerische Wettervorhersage wurde wiederholt nachgewiesen, folglich fließen im Deutschen Wetterdienst die AMV-Windvektoren von fünf geostationären (Meteosat-, GOES- und Himawari-) sowie mehreren polar umlaufenden Wettersatelliten (NOAA-, Suomi NPP und MetOp-) in die Datenassimilation des numerischen Wettervorhersagesystems ein. Dank des EUMETSAT-Projektes Indian Ocean Data Coverage (IODC) stehen seit 2017 vom Wettersatelliten Meteosat 8 (Meteosat Second Generation 1) gewonnene, verbesserte AMV-Datensätze für den Indischen Ozean zur Verfügung.

Einbau neuer Methoden durch die neue Satellitengeneration »Meteosat Third Generation« (MTG)

Nach derzeitigem Stand wird 2020 der erste MTG-Imager und 2022 der erste MTG-Sounding-Satellit



◀ Flugzeug-Beobachtungen des Windes und der Temperatur in der KENDA-Datenassimilation (links: AMDAR; rechts: Mode-S; Tageswerte)

gestartet, auf dem dann ein hyperspektraler Infrarot-Sondierer fliegt. Insbesondere der Infrarot-Sondierer stellt durch die hohe räumliche und zeitliche Datendichte ein erhebliches neuartiges Potenzial und somit eine große Herausforderung dar. Zur Vorbereitung der Nutzung dieser Daten in der NWV laufen seit 2015 Projekte zu den Themen:

- ▶ Erweiterte Assimilation von Daten hyperspektraler Sondierer im globalen ICON-EnVAR-System insbesondere für feuchtesensitive Kanäle und Daten über Land,
- ▶ Implementierung und Experimente zur Nutzung von komprimierten Datensätzen mittels Hauptkomponentenanalyse.

Im Jahr 2017 wurde ein Prototyp zur Visualisierung im meteorologischen Arbeitsplatzsystem

NinJo entwickelt, der im Wesentlichen durch die Vorhersagezentrale des Deutschen Wetterdienstes evaluiert wird. Des Weiteren wurde eine Zusammenstellung und Weiterentwicklung von Nowcastingverfahren begonnen, bei denen potentielle Verbesserungen durch MTG im Vergleich zu bisher verfügbaren Satellitenprodukten zu erwarten sind.

Assimilation von Sekundärradardaten der ATC in numerischen Vorhersagemodellen

In Kooperation mit der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) konnten ab Herbst 2017 die vom Königlich-Niederländischen Meteorologischen Institut (KNMI) aus Sekundärradardaten der Flugverkehrskontrolle (engl. Air

Traffic Control, ATC) abgeleiteten Winddaten (Mode-S-Daten) in die KENDA-Datenassimilation (Kilometre-scale **EN**semble **D**ata **A**ssimilation) für die Wettervorhersagemodelle COSMO-DE und COSMO-DE-EPS integriert werden und so deren Prognosequalität deutlich erhöhen.

Verbesserung der Datenassimilation durch feuchtesensitive Fernerkundungsdaten

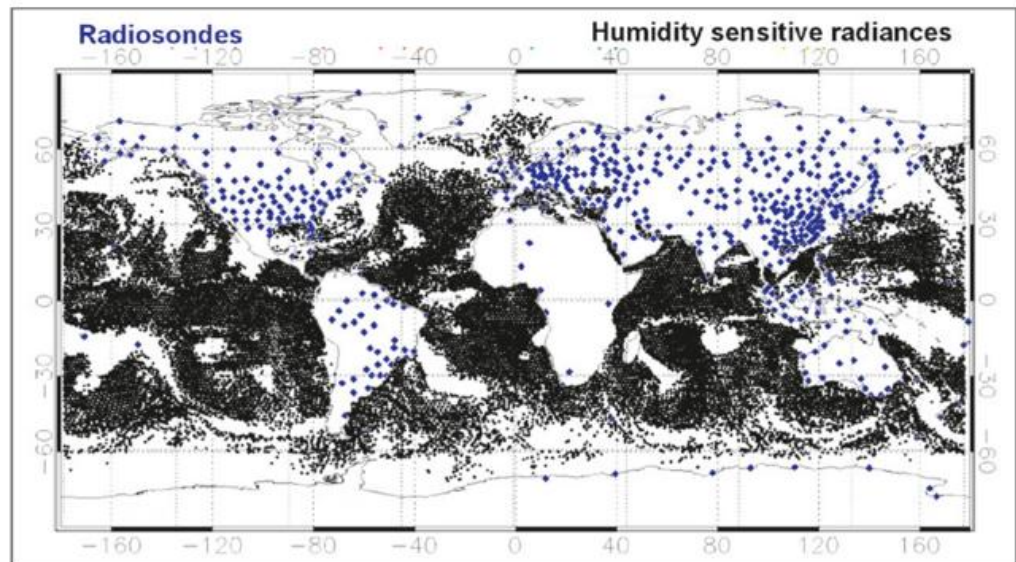
Bislang wurden zur Assimilation von Daten des atmosphärischen Wasserdampfgehaltes in das ICON-Wettervorhersagemodell des DWD hauptsächlich die relativ wenigen, vertikalen Feuchteprofile klassischer Radiosondenaufstiege herangezogen. Neuerdings werden zusätzlich feuchtesensitive Radianzen in ICON assimiliert. Es handelt sich um 16 feuchtesensitive Kanäle des spektral hochauflösenden Infrarot-Sondierers IASI (auf den Satelliten Metop-A und Metop-B) und 3 Kanäle des Mikrowellen-Sondierers MHS (auf den Satelliten NOAA-18, NOAA-19, Metop-A und Metop-B), die Information über die Feuchte in der freien Atmosphäre (ca. 850 bis 100 hPa) enthalten. Zunächst werden die Daten nur über Wasserflächen genutzt.

Integriertes Vorhersagesystem SINFONY

Ziel des derzeit vom DWD entwickelten »Integrierten Vorhersagesystems SINFONY« (**S**eamless **I**ntegrated **F**orecasti**N**g **s**ystem) ist es, die Prinzipien des Nowcastings (NWC) und der numerischen Wettervorhersage (NWV) so zu verbessern und zu kombinieren, dass eine kontinuierliche (»nahtlose«) Darstellung von Atmosphärenzustand und Wetterphänomenen vom jeweils aktuellen Zeitpunkt bis zur Kurzfristvorhersage von maximal 12 Stunden erfolgen kann, was insbesondere der Analyse und Prognose intensiver konvektiver Ereignisse wie Starkregen und Gewitter zu Gute käme. Derzeit werden innerhalb der Zeit- und Raum-Skala dieser »subskaligen« Wetterphänomene zwei grundsätzlich verschiedene Paradigmen verfolgt und dementsprechend sind zwei völlig unterschiedliche und voneinander unabhängige Methoden etabliert.

Für den unmittelbaren Vorhersagebereich (0 bis 2 Stunden) kommen beobachtungsbasierte Verfahren zur Anwendung, die nur auf der Verlagerung von reflektierten Strukturen in aufeinanderfolgenden Radarbildern beruhen. Diese Vorhersagen sind

Typische Abdeckung von Feuchtebeobachtungen in der freien Atmosphäre für einen Tag (Radiosonden und Radianzen) ►





◀ Geplantes Modellgebiet für SINFONY im Jahr 2021, dann mit dem neuen ICON-LAM Ensemble-Modellsystem. Bei ausreichenden Rechnerressourcen besteht die Möglichkeit, in das größere Gebiet mit 2 km Maschenweite (links) ein Nest mit 1-km Maschenweite (rechts) einzubetten.

wenige Minuten nach dem Termin der Radarbeobachtung verfügbar, mögliche Abschwächungen oder Verstärkungen der Radarreflektivitäten bleiben allerdings unberücksichtigt.

Demgegenüber stehen für etwas weitere, aber noch innerhalb des kürzestfristigen Vorhersagebereiches (≤ 12 Stunden) liegende Prognosehorizonte die räumlich hoch aufgelösten Ensemble-Prediction-Modelle zur Verfügung (NWV). Leider sind deren Ergebnisse frühestens ca. 1 Stunde nach Diagnosetermin verfügbar und werden nur alle 3 Stunden neu berechnet. Auch gehen in die Modellassimilation derzeit noch keine hoch aufgelösten Fernerkundungsdaten ein.

Die notwendige Koexistenz beider Paradigmen führt derzeit noch zu einer gewissen numerischen »Vorhersagelücke« für kleinräumige, aber intensive Konvektionsereignisse (Starkregen und Gewitter) auf einer Zeitskala von etwa 2 bis 6 Stunden, wo oftmals weder das Nowcasting noch das Computermodell wirklich brauchbare Resultate liefern können. Ziel des Projektes SINFONY ist nun, diese Prognoselücke zu schließen.

Dazu werden die Nowcasting-Algorithmen, so wie es bei den Ensemble-Verfahren der NWV bereits

der Fall ist, um probabilistische Methoden erweitert. Andererseits sollen bei der auf das neue Regionalmodell ICON-LAM gestützten NWV (mit Maschenweiten von 2 km oder kleiner, je nach verfügbarer Rechenleistung, vgl. Abbildung oben) zusätzlich hoch aufgelöste Fernerkundungsmessungen des DWD-Radarverbunds, Satellitendaten sowie Blitzdaten in die Modellassimilation einfließen. Aktuelle Vorhersagen stehen dann stündlich und mit früherer Verfügbarkeit jeweils nach den Beobachtungsterminen bereit, was wir als »Rapid Update Cycle« (RUC) bezeichnen.

Alle Nowcast- und NWV-RUC-Ensemble-Daten münden schließlich in einen großen virtuellen Datenkubus (»4DWxCube«). Dieser Datenkubus wird zunächst mehr und verbesserte Basisdaten für bereits existierende Anschlussverfahren (MOS, NowCastMix, AutoWarn, sowie flugmeteorologische Anschlussverfahren) liefern. Andererseits besteht die große Herausforderung, dem Prognostiker die »neuen« riesigen Datenmengen inklusive der Unsicherheitsinformation aus den Ensemble-Ergebnissen in kondensierter und aussagekräftiger Form, d. h. in »smarten« Vorhersageprodukten bereitzustellen. Bis 2021 soll eine Erstversion des gekoppel-

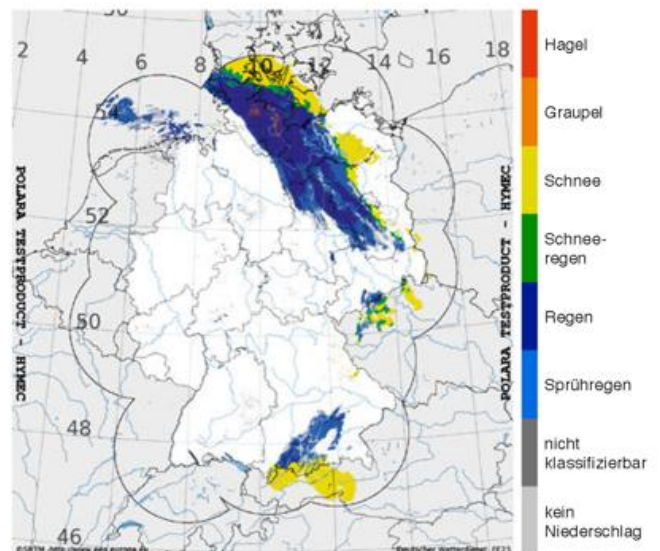
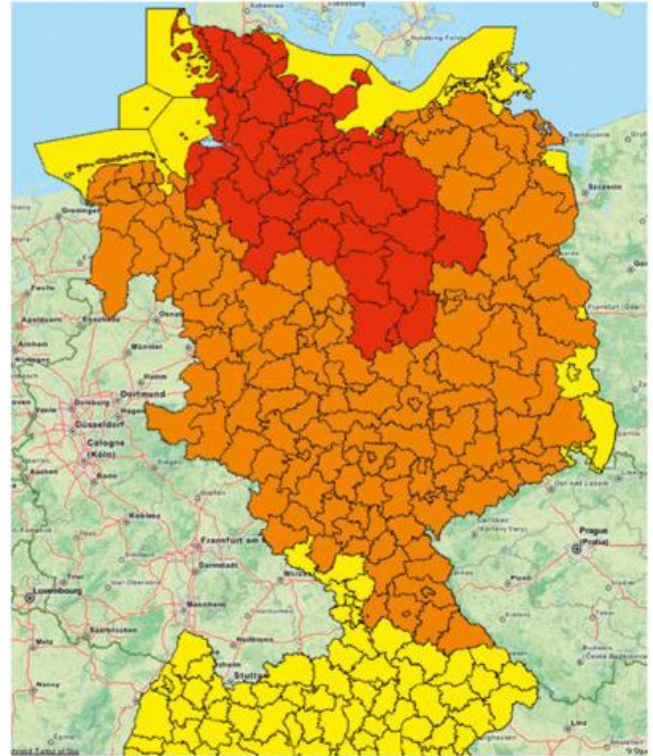
ten Nowcasting-NWV-Systemen SINFONY zur Evaluierung bereit stehen. Erste Projektstudien mit Datensätzen aus dem von konvektiven Unwetterlagen durch Starkregen, Hagel und Sturmböen geprägten Frühsommer 2016 zeigten vielversprechende Ergebnisse.

Radarbasierte Detektion von Niederschlägen und Konvektion

Insgesamt wurden der nationale Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes (DWD) modernisiert und Fachverfahren entwickelt, um die verbesserten Systemeigenschaften sowie die neuen Möglichkeiten der C-Band-Radare, wie z. B. die Nutzung polarimetrischer Radarinformationen, für die internen und externen Kunden operationell nutzbar zu machen.

Im Rahmen des Projektes »Radarmaßnahmen« lagen bereits in den vergangenen Jahren die Themenschwerpunkte in der »Verbesserung der Qualitätssicherung der Radarmessungen«, in der »Hydrometeorklassifikation auf Radarstrahlhöhe« und in der »Verbesserung der quantitativen Niederschlagsabschätzung auf Radarstrahlhöhe«. Die entwickelten Prozeduren sind inzwischen innerhalb des Software-Frameworks POLARA (»polarimetrische Radar-Algorithmen«) im Betrieb bzw. im Falle der Fragestellung: »Welche Niederschlagsart und wieviel davon kommt in Erdbodennähe an?« im Prototypenstadium. Die Verfahren zur Hydrometeorklassifikation basierend auf den Radarmessungen bieten insbesondere für die meteorologische Sicherung der Luftfahrt ein enormes Anwendungspotenzial, so dass die Entwicklungen gegenwärtig und zukünftig fortgeführt werden.

Beispielhaft ist in nebenstehender Abbildung im oberen Teil eine Warnsituation über Deutschland für Montag, den 5. März 2018 (5 Uhr MEZ), einem Tag mit Glatteisbildung durch gefrierenden Regen, gezeigt und darunter die Hydrometeorklassifika-



▲ Glättesituation am frühen Morgen des 05. 03. 2018: oben Warnkarte: rot -Unwetterwarnungen vor Glätteis, orange - markante Warnungen vor Glätteis, gelb - geringfügige Glätteiswarnungen); unten Hydrometeorklassifikation in Erdbodennähe mit farblich codierten Klassen

tion in Erdbodennähe (Produktprototyp, Hydrometeorklassen farblich codiert).

3D-Radar-Volumendaten ermöglichen durch die Einbeziehung der dritten räumlichen Dimension außerdem die Verbesserung der Detektion und Analyse konvektiver Systeme, die oftmals mit für die Luftfahrt gefährlichen Wettererscheinungen wie Turbulenz, Sturmböen, Starkregen und Hagel verbunden sind. Wesentliche Ziele der KONRAD3D-Entwicklung (KONRAD - **KON**vektions**RAD**ar) sind folglich die Erhöhung der Vorwarnzeiten für konvektive Ereignisse, die Verbesserung der »Probability of Detection« und der »False Alarm Rate« für die Analyse und Vorhersage konvektiver Systeme, eine verlässlichere Intensitätsklassifikation konvektiver Zellen sowie eine verbesserte Vorhersage der Zellentwicklung (d. h. Verstärkung bzw. Abschwächung).

Ein Detektionsschema für konvektive Zellen auf der Grundlage der dreidimensionalen Reflektivitätsdaten des DWD-Radarverbundes, das anstelle fester Reflektivitätsschwellen (vgl. KONRAD2D) auf adaptiven Schwellwerten basiert, ermöglicht es, im Anfangsstadium der Konvektionsentwicklung mit deutlich kleineren Schwellwerten zu arbeiten und so die Zellen bereits früh zu markieren. Verstärken sich diese im Laufe ihres Lebenszyklus, so werden die Schwellwerte für jede Zelle individuell dynamisch angepasst, um auf die intensiven Bereiche zu fokussieren. Hierdurch ist es möglich, eine konvektive Zelle über den größten Teil ihres im Radar sichtbaren Lebenszyklus zu verfolgen.

Für die nach diesem Schema ermittelten Objekte wurden zudem Algorithmen zur Ableitung diverser Attribute einer dreidimensionalen Zelle wie »Vertikal Integrierter Flüssigwassergehalt« (VIL), »Vertikal Integrierter Eiswassergehalt« (VII), die 3-Stunden-Maximum-Akkumulation der VIL- und VII-Komposit-Produkte, Echo-Ober- und -Untergrenzen, dreidimensionaler Schwerpunkt, Zellvolumen etc. umgesetzt. Insbesondere wird für die von dem dreidimensionalen Objekt überdeckte

zweidimensionale Fläche auch ein umrandendes Polygon bestimmt. Dieses kann u. a. für Visualisierungszwecke genutzt werden. In einem nächsten Schritt wurden gegenüber KONRAD2D verbesserte Verfahren zum Zelltracking und zur Vorhersage der Zellposition entwickelt. Die durch KONRAD3D ermittelten konvektiven Zellen mit ihren diversen Attributen, Tracks und Nowcast-Informationen werden in XML-Dateien bereitgestellt und stehen dem AutoMETAR-Teilprojekt AutoKON sowie dem System SINFONY zur Verfügung.

Satellitenbasierte Detektion von Konvektion/ Gewitterzellen: NowCastSAT

Zusätzlich zu den Radarmessungen entsteht ein auf Satellitendaten basierendes Verfahren NowCastSAT zur Erkennung und Vorhersage von sowie Warnung vor Konvektion und Gewittern. Dieser Algorithmus leitet Verlagerungsvektoren konvektiver Strukturen ab und kombiniert die Daten mehrerer geostationärer Satelliten (Meteosat-8 bis -11, Himawari-8, ab 2018 auch GOES-16/-17) mit numerischen Wettervorhersageparametern aus dem ICON-Modell. Zusätzlich werden europaweite Blitzdaten des LINET-Messnetzes integriert. Ein erster Prototyp liegt vor (siehe Abbildung auf Seite 46). Die globale Verfügbarkeit dieses Produktes zur satellitenbasierten Konvektionserkennung und -vorhersage dürfte für weltweit agierende Fluggesellschaften besonders interessant sein.

NowCastMIX-Aviation

Das Produkt NowCastMIX-Aviation enthält Gewitterpolygone verschiedener Warnstufen vom Analysezeitpunkt bis zu einer Stunde in die Zukunft und wird alle fünf Minuten auf Basis neuer Beobachtungen aktualisiert. Das Produkt wird sowohl über eine Geowebdienstschnittstelle als auch als xml-Dateien an Luftfahrtkunden abgegeben und wird innerhalb eines Geowebdienst-



Clients im Meteorologischen-Airport-Briefing-Portal und im Helikopterportal des DWD für die Nutzer im Deutschlandausschnitt visualisiert. Seit Frühjahr 2017 wird das Produkt NowCastMIX-Aviation auch für das EuRadCom-Gebiet den Kunden des DWD zur Verfügung gestellt. Nähere Angaben zu den genannten Portalen, also Kundenversorgungswegen, finden sich im Kapitel 3.2.

Nowcasting für das Winterwetter

Seit dem 1. Februar 2018 steht das Produkt NowCastMIX-Winterwetter (NCM-Ww) den Kunden über den Geoserver des DWD im Meteorologischen-Airport-Briefing-Portal zur Verfügung. Die Darstellung der Menge des Schneefalls erfolgt in fünf Ereignisklassen und wird durch die vorhergesagte Niederschlagsart (Schnee, gefrierender Regen) und -intensität bestimmt. Die Methodik nutzt zeitlich und räumlich hochaufgelöste Radar-daten, die mit tatsächlich am Boden gemessenen

Niederschlagshöhen kalibriert sind. Die Aktualisierungsrate (alle 15 Minuten) resultiert aus dem entsprechenden Dateneingang der Beobachtungen. Bis zu einem Zeitraum von 2 Stunden im Voraus wird in 15-Minuten-Schritten eine Vorhersage produziert, wobei die lineare Verschiebung der Warnpolygone durch ein Bilderkennungsverfahren gesteuert wird, das die Muster in den Radar- und Satellitenbildern interpretiert.

So kann NCM-Ww die oft schwierige Beurteilung von Verlagerung und Intensität von Schneefallgebieten und deren Auswirkungen erleichtern und das Air Traffic Management sowie die Entscheidungsfindung am Flughafen unterstützen. Nach den ersten Erfahrungen im Betrieb wird in engem Austausch mit den Entwicklern das Verfahren stetig weiterentwickelt, um perspektivisch die Daten auch durch den **POL**Arimetrischen Radar Algorithmus hinsichtlich der Niederschlagsart zu interpretieren.

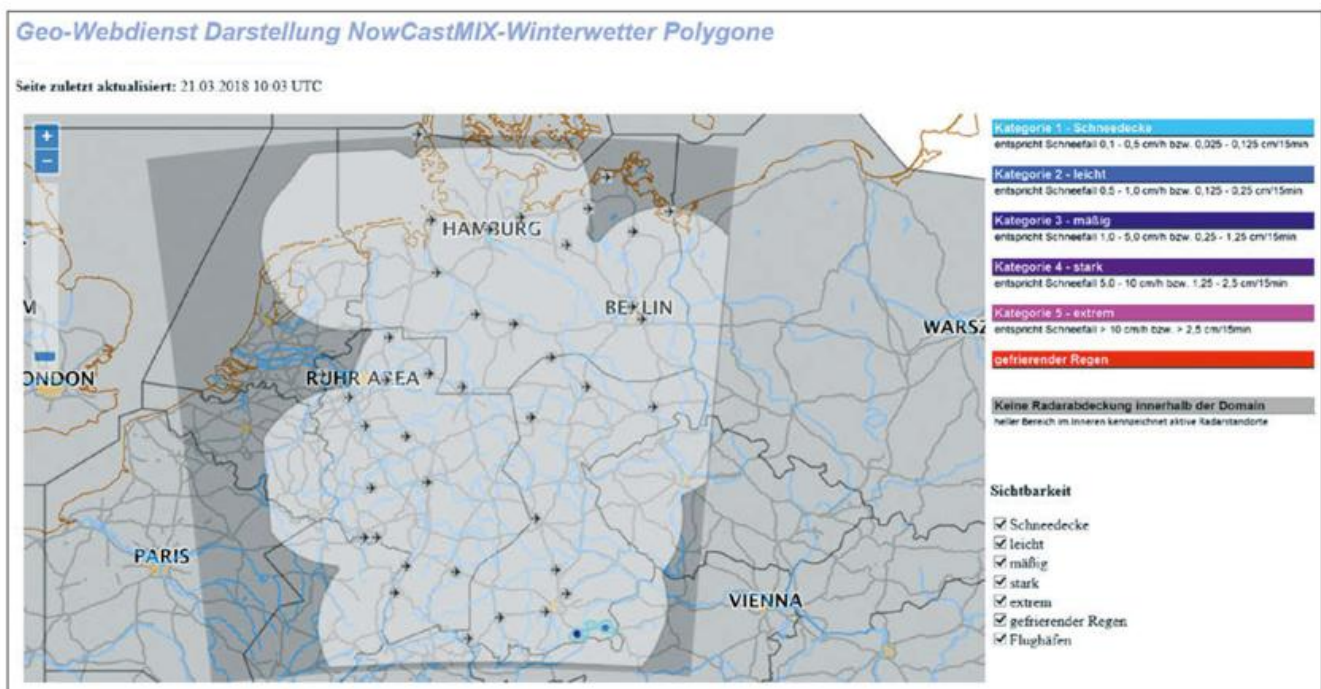
Weiterentwicklung ADWICE

Zu den Anschlussverfahren an die NWV gehört auch das Verfahren ADWICE (Advanced Diagnosis and Warning System for Aircraft Icing Environments). Es liefert globale (auf Basis ICON Global) und lokale (auf Basis ICON-EU Nest) Vorhersagen und Diagnosen von Flugzeugvereisung durch unterkühltes Flüssigwasser. Die Modellergebnisse stehen den Flugwetterberatern in NinJo zur Verfügung und werden vier Mal täglich mit Vorhersagezeiten bis zu 78 Stunden aktualisiert (stündlich bis +48 Stunden, danach 3-stündig bis +78 Stunden). Darüber hinaus können diese auch teilweise im Selfbriefing System (www.flugwetter.de) abgerufen werden.

Um die Erstellung der Flugwettervorhersagen und -warnungen (z. B. SWC und SIGMET) zu vereinfachen und teilweise zu automatisieren, wurde 2017 damit begonnen, die ADWICE-Vorhersagen für mäßige und starke Vereisung auf Polygonbasis zu erstellen. Erste Polygone wurden realisiert und

befinden sich aktuell in einer Validierungs- und Testphase. Eine Operationalisierung dieser Polygone ist in Abhängigkeit der Ergebnisse für 2018 geplant.

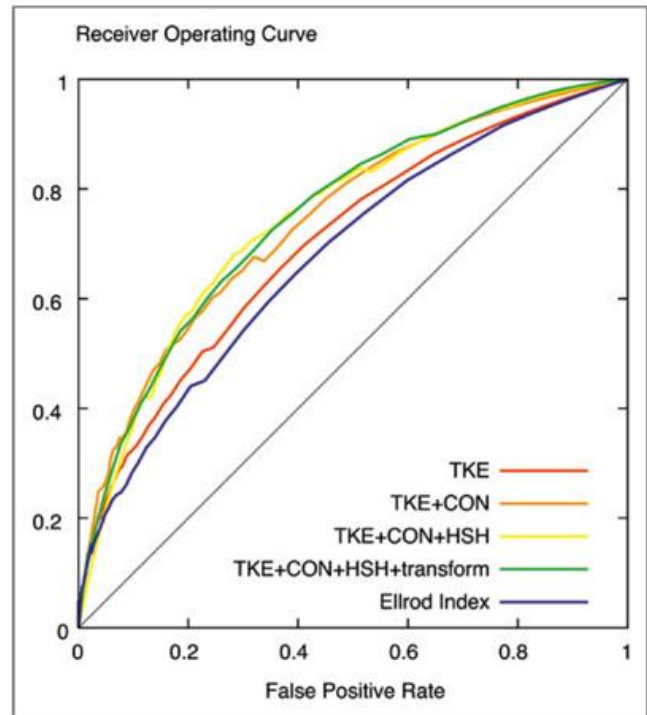
Neben der klassischen Vereisung durch unterkühlte Wassertröpfchen, wie sie bislang ausschließlich in ADWICE berücksichtigt wird, beobachtet man seit einigen Jahren auch Vereisung durch Eiskristalle (so genanntes »Ice Crystal Icing, ICI«). Da bislang kein Vorhersage- oder Diagnosetool zur Erkennung vereisungsgefährdeter Gebiete durch ICI existiert, wurde im Jahr 2016 im DWD damit begonnen, die entsprechenden meteorologischen Prozesse zu untersuchen. 2017 wurden hierzu auch Fallstudien angefertigt und darauf aufbauend festgestellt, dass demnächst durch Verknüpfung geeigneter und zur Verfügung stehender ICON-Modelldaten ein erstes Test-Vorhersagetool zur Verfügung stehen wird.



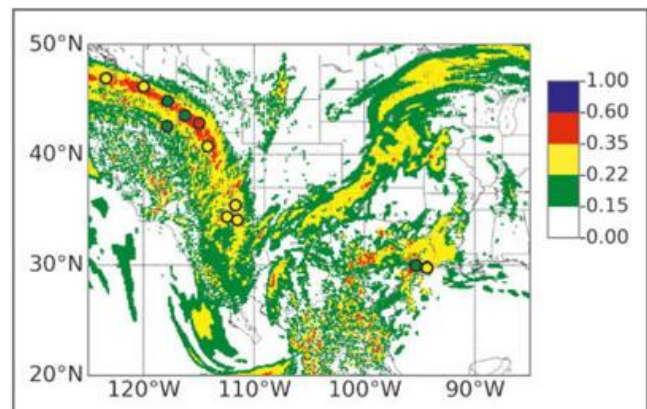
Receiver-Operator-Statistics-Kurve einer einjährigen Verifikation von Modellvorhersagen gegen onboard in situ Beobachtungen über den USA. Ein wichtiges Qualitätsmaß ist die Fläche unter der Kurve (Je größer, desto besser stimmen Modell und Beobachtung überein). Dargestellt sind:

- TKE= Prognostischer Anteil der Turbulenz,
- TKE +CON = TKE mit konvektiver Turbulenzquelle,
- TKE+CON+HSH = TKE+CON mit horizontalem Scherterm.
- TKE+CON+HSH+transform) = TKE+CON+HSH mit einer Transformation auf beobachtete EDP Klimatologie nach Sharman et.al. (<https://doi.org/10.1175/JAMC-D-13-0329.1>).

Als Referenz dient der Ellrod Index. ►



EDP-Vorhersage basierend auf dem globalen ICON-Modell für die Flugfläche 270 am 03.08.2016 um 03 UTC über den USA. Dazu sind PIREPS als Punkte dargestellt, wobei die pirep intensity farblich codiert wurde und für den EDP annähernd die von Sharman et.al. (<https://doi.org/10.1175/JAMC-D-13-0329.1>) vorgeschlagenen Schwellenwerte verwendet werden. ►



Modellbasierte Turbulenzvorhersage

Atmosphärische Turbulenz gehört zu den wichtigsten flugmeteorologischen Gefahren, die Einfluss auf die Sicherheit, Pünktlichkeit und Effizienz des Luftverkehrs haben. Aufgrund steigender Kundenanforderungen und optimierter aerodynamischer Flugzeugeigenschaften fordert die ICAO die Entwicklung neuer Methoden, durch welche die Vorhersage der »Eddy Dissipation Rate« (EDR) – also

der reibungsbedingten Dämpfungsrate »Turbulenter Kinetischer Energie« (TKE) durch Umwandlung in Wärme – ermöglicht wird (gemäß ICAO Annex 3). Die Eddy Dissipation Rate kann sowohl aus numerischen Vorhersagemodellen (NWV) als auch aus Flugzeugmessungen abgeleitet werden.

Im Deutschen Wetterdienst wurde ein Vorhersageverfahren entwickelt, das beide Ansätze kombiniert. Diese Methode zur Bestimmung der

Turbulenzgröße »Eddy Dissipation Parameter« (EDP) wurde auf das neue DWD-Modellsystem ICON übertragen, um auch globale Vorhersagen anbieten zu können. 2017 wurde die Verifikation der globalen EDP-Vorhersagen weitestgehend abgeschlossen. Ein wesentliches Ergebnis ist in der Abbildung auf Seite 48 oben dargestellt, in der verschiedene Bestandteile der ICON EDP-Vorhersagen separat untersucht und gegen den Ellrod Index als Referenz verglichen werden.

Es zeigt sich, dass die im Verfahren des DWD berücksichtigten konvektiven Turbulenzquellen eine deutliche Verbesserung der Vorhersagequalität liefern. Die zusätzliche Wichtung des Scherterms sowie die Transformation auf die beobachtete EDP-Klimatologie zeigen in der ROC-Kurve (Receiver Operator Characteristics) nur marginale Verbesserungen. Ein weiterer Vorteil dieser Transformation auf die beobachtete Klimatologie nach Sharman et.al. (<https://doi.org/10.1175/JAMC-D-13-0329.1>) ist, dass die von der ICAO vorgeschlagenen Schwellwerte für verschiedene Turbulenzkategorien verwendet werden können.

Das Verfahren wurde für verschiedene Fallstudien von turbulenzträchtigen Tagen gegen PIREPS evaluiert. Hier zeigte sich, dass Turbulenz durch Scherwinde am Jet Stream, orographische Schwerkwellen und auch Konvektion durch das Modell gut beschrieben werden konnte, sowohl hinsichtlich der räumlichen Zuordnung als auch der Intensität. In der Kartendarstellung des EDP ist der Vorteil der oben genannten Transformation deutlich sichtbar. Die untere Abbildung auf Seite 48 zeigt beispielhaft eine EDP-Prognose für Teile Nordamerikas.

Vulkanasche

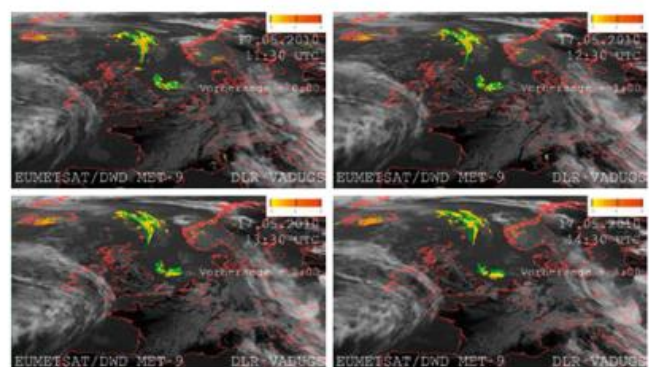
Vulkanaschewolken werden durch Vulkanausbrüche freigesetzt, insbesondere »explosionsartige« Ausbrüche transportieren die Asche vertikal in

höhere Atmosphärenschichten, wo sie dann durch die hohen Geschwindigkeiten der horizontalen Winde rasch über weite Distanzen verfrachtet wird. Wie der Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull im Frühjahr 2010 deutlich gezeigt hat, können die Folgen für den Flugverkehr gravierend sein. Insbesondere wegen des stetig zunehmenden Luftverkehrs steigen auch die Anforderungen an den nationalen Wetterdienst der Bundesrepublik in diesem Bereich.

Zur Überwachung, Analyse und Prognose von Vulkanasche und ihres Transportwegs leisten satellitengestützte Fernerkundungstechnologien einen erheblichen Beitrag. Die hohe raum-zeitliche Datenverfügbarkeit, gerade auch in abgelegenen Regionen der Erde, macht satellitenbasierte Fernerkundung zum Schlüsselwerkzeug für die Verbesserung von Vulkanasche-Warnsystemen, daher werden entsprechende Algorithmen beim DWD verstärkt angewendet und weiterentwickelt.

Ein im Rahmen des Forschungsprojektes LuFo TeFiS (Laufzeit 2014 bis 2017) gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. entwickeltes, satellitenbasiertes Fernerkundungsverfahren namens VADUGS (Volcanic Ash Detection

Nowcasting-Beispiel mittels VADUGS prognostizierter Vulkanascheausbreitung vom 17.05.2010, basierend auf Satellitenbeobachtungen um 11:30 UTC für 12:30 UTC (oben links), für 13:30 UTC (oben rechts), für 14:30 UTC (unten links) sowie für 15:30 UTC (unten rechts). Dargestellt sind jeweils das vorhergesagte Vulkanaschegebiet (grüne Linien) und die später beobachtete, »wahre« Satellitenmessung (gelb-rote Areale). ▼

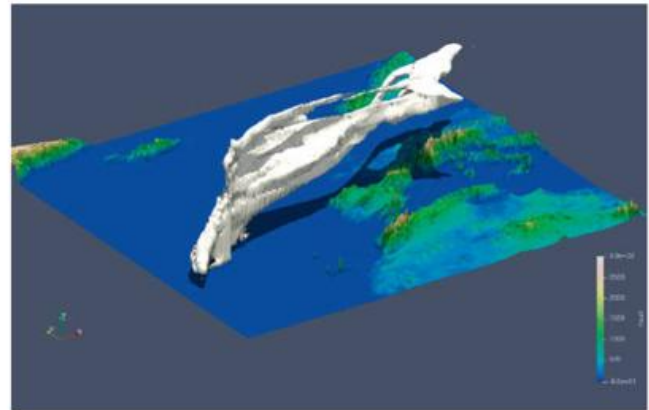


Using Geostationary Satellites) für Detektion und Monitoring von atmosphärischer Vulkanasche konnte 2017 in Betrieb genommen werden. Die Fernerkundungsprodukte sind problemlos mit jedem Geografischen Informationssystem (GIS) oder GeoWebdienst visualisierbar, auch ihre Übertragung auf Polygone als Basis für das »Wetter im Cockpit« wurde erfolgreich getestet. Die Abbildung auf Seite 49 zeigt eine Projektstudie vom 17.05.2010, also während der vulkanischen Aktivitätsphase des Eyjafjallajökull.

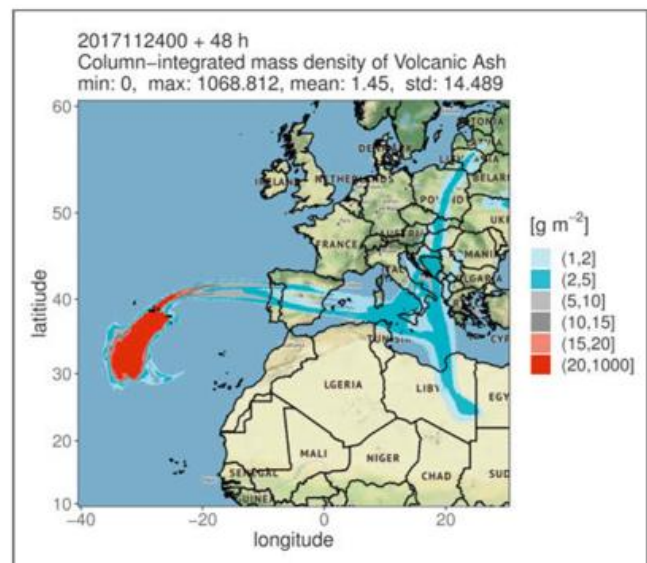
Um globale Vulkanaschevorhersagen zu betreiben, wurde eine DWD-interne Arbeitsgruppe mit dem Ziel eingerichtet, den Prognostikern der Luftfahrtberatungszentralen zu ermöglichen, über eine graphische Oberfläche Vulkane aus einer globalen Datenbank auszuwählen und, basierend auf aktuellen Volcanic Ash Advisories der ICAO VAAC (Volcanic Ash Advisory Center), Quellstärken und Zeitverläufe unterschiedlicher Vulkane vorzugeben. Anschließend werden mit dem ICON-ART-Vorhersagemodell Berechnungen durchgeführt, die alle sechs Stunden (00, 06, 12, 18 UTC) mit den jeweils aktuellen numerischen Analysen und Quellstärken starten. Die Benutzeroberfläche ist bereits in einer Vorabversion lauffähig. Der Beginn des Routinebetriebs ist für Ende 2018 geplant. In nebenstehenden Abbildungen sind exemplarisch eine 3D-Darstellung entsprechend der VOLCEX-Übung sowie eine 2D-Darstellung des Bárðarbunga-Experimentes zu sehen.

AutoTAF

Die Flugwettervorhersage nutzt Model Output Statistics (MOS-Verfahren) für die TAF-Guidance aus der die Produkte AutoTAF und AutoGAFOR abgeleitet werden. Die TAF-Guidance-Vorhersagen basieren auf dem globalen IFS-Modell des EZMW. MOS minimiert die systematischen Modellfehler der täglichen IFS-Läufe um 00z und 12z und



▲ Dreidimensionale Darstellung der Vulkanaschewolke einer ICON-ART-Vorhersage entsprechend der VOLCEX-Übung 2017. Es handelt sich um einen virtuellen Ausbruch des Agua de Pau auf den Azoren.



▲ Visualisierung eines hypothetischen Ausbruches des Vulkans Bárðarbunga. Dargestellt ist die totale Aschemasse in der Säule aus einer ICON-ART-Vorhersage, Map tiles by Stamen Design, under CC BY 3.0. Data by OpenStreetMap, under ODbL.

erzeugt stündlich kalibrierte Vorhersagen aus dem gewichteten Mittel beider Modellläufe. Dem schließt sich die Kodierung der AutoTAFs für weltweite Flugplätze gemäß der ICAO-/WMO-Vorgaben an. Sowohl die TAF-Guidance als auch der AutoTAF werden in den Projekten MOS/TAF-Guidance und TAF-Verifikation innerhalb der METAlliance kontinuierlich verifiziert und verbessert.

Projekt AutoMETAR

Im Projekt AutoMETAR werden von April 2014 bis Dezember 2021 die technischen und regulatorischen Voraussetzungen für eine Einführung vollautomatischer Flughafenwettermeldungen (METAR, MET REPORT und SPECIAL), gemäß ICAO Annex 3 und Doc 9837 N/454, geschaffen und an den internationalen Verkehrsflughäfen in Deutschland in mehreren Entwicklungsschritten in Betrieb genommen. 2017 waren die Vorbereitungen für die Operationalisierung der Entwicklungsstufe »ASDUV_AUTO-Klasse 2P+« (AAK2P+) ein wesentlicher Aufgabenschwerpunkt.

An erster Stelle steht hier die Entwicklung des Software-Frameworks autoOBS, einer Entwicklungs- und Laufzeitumgebung für Verfahren zur Bestimmung des gegenwärtigen Wetters und des vergangenen signifikanten Wetters (autoPWX), der Bewölkung (autoCLD) und konvektiver Wetterelemente (autoKON). Das Software-Framework autoOBS läuft inzwischen auf drei georedundanten Servern, inklusive Backup-Produktion und AFD-Datenübertragung. Es werden Betriebs- und Leistungstests durchgeführt und auch die Überwachung durch den Leitstand ist eingerichtet. Ein Algorithmus zur Erstellung in sich konsistenter Wettermeldungen wurde ebenfalls in autoOBS realisiert. Die Verfahrensergebnisse werden derzeit auf Regelkonformität geprüft.

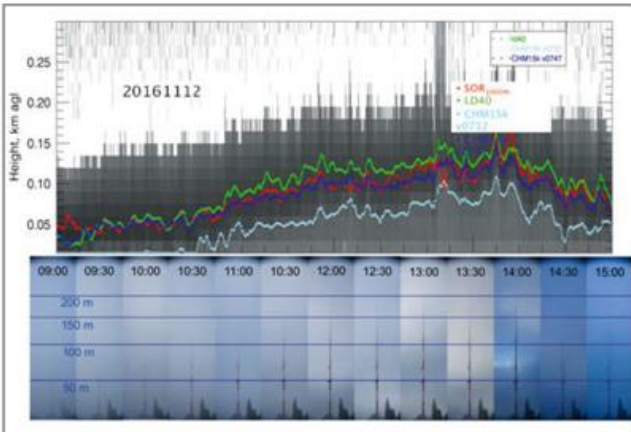
Für das Software-Modul autoPWX erfolgte das Design und die Implementierung der Algorithmen zur Fuzzy-Klassifikation der Niederschläge ohne konvektive Wettererscheinungen. Die Softwarekomponente zur Bestimmung des gegenwärtigen Wetters wurde anhand eines eigens hierfür erstellten Referenzdatensatzes auf Regelkonformität überprüft.

Das Software-Modul autoCLD hat mit der Implementierung des DWD-Wolkenalgorithmus AWO (Automatischer Wolkenalgorithmus) in autoOBS

eine erste Entwicklungsstufe erreicht. Da der AWO die Grundlage für die Weiterentwicklung bildet, wurde er am Observatorium Lindenberg des DWD eingehend analysiert und dabei diverse Verbesserungsmöglichkeiten erkannt. Im Zuge dieser Arbeiten wurden auch konkrete Verbesserungsvorschläge für das synoptische Messnetz erarbeitet. Eine Untersuchung am Hamburger Flughafen bestätigte die Erwartung, dass die Verwendung mehrerer Ceilometer gegenüber dem bisherigen Verfahren mit nur einem Ceilometer zuverlässigere Wolkenbedeckungsgrade ermöglicht. Zukünftige Wolkenalgorithmen werden daher immer mehrere Ceilometer verwenden, für METAR werden alle verfügbaren Ceilometer am jeweiligen Flughafen herangezogen.

Die Entwicklung eines Referenzverfahrens zur Bestimmung der Höhe der Wolkenuntergrenze im Rahmen der Messkampagne CircaHH geht in diesem Winter in die zweite Runde. Aus der ersten CircaHH-Messkampagne lassen sich folgende erste Ergebnisse ableiten: Die Evaluierung der von Ceilometern ermittelten Basishöhen tiefer Wolken (CBH, Cloud Base Height) erfolgte mit Hilfe von Kameraaufnahmen eines 300 m hohen Mastes. Mittels Bildanalyse kann die CBH zuverlässig ermittelt werden. Damit steht erstmals eine unabhängige Referenz zur Beurteilung der vom Ceilometer aus dem Vertikalprofil des Rückstreuungssignals abgeleiteten CBH zur Verfügung, welches für die Abnahme neuer Ceilometer verwendet werden kann. Das Beispiel in der Abbildung auf Seite 52 oben zeigt die aus den Kameraaufnahmen abgeleiteten CBHs (rote Kurve) im Vergleich zu Messungen verschiedener Ceilometer. Die CBHs des Referenzverfahrens werden durch den visuellen Eindruck (unterer Teil der Abbildung) qualitativ gut bestätigt.

Im Software-Modul autoKON werden jetzt Radar-, Blitz- und Satellitendaten kombiniert. Meteorologi-

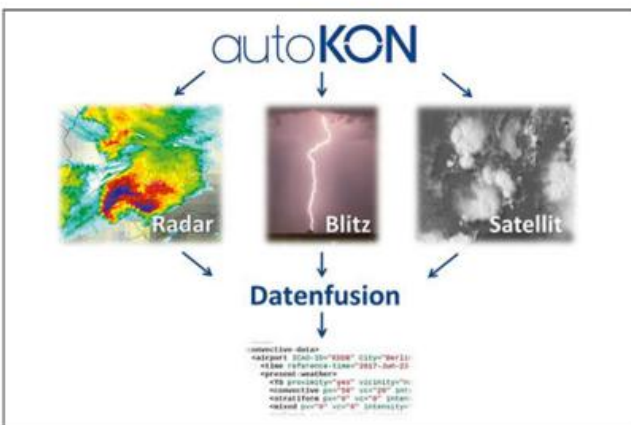


▲ Höhen-Zeit-Schnitt des Rückstreuungssignals des Ceilometers CHM15k (grauer Hintergrund), der CBHS aus Kameraaufnahmen (rot) und der Ceilometer CHM15k / v0.732 (hellblau), CHM15k / v0.747 (blau) sowie LD40 (grün) vom 12. 11. 2016. In der unteren Teilabbildung sind Kameraaufnahmen des Mastes für ausgewählte Zeiten dargestellt.

sche Plausibilitätsregeln und pixelgenaue Informationen ermöglichen eine sichere Bestimmung der Art der konvektiven Bewölkung, ihres Bedeckungsgrades sowie ggf. von konvektiven Niederschlägen. Dabei werden 3D-Radarvolumendaten aus dem Verfahren KONRAD3D berücksichtigt, so dass konvektive Zellen früh erkannt werden können.

Ein weiter Schwerpunkt der Vorbereitungen für die Einführung von AAK2P+ ist die Anpassung der ASDUV-Software MetConsole. Die Benutzerober-

▼ Kombination verschiedener Datenarten im AutoMETAR Modul autoKON



fläche erhält ein neues Layout und die Möglichkeit, die mit autoOBS gewonnenen Wetterelemente in Flughafenwettermeldungen zu integrieren. Die an 15 internationalen Verkehrsflughäfen geplante Erweiterung der Messfelder zur Aufnahme zusätzlicher Sensortechnik ist in Frankfurt und Hamburg bereits abgeschlossen und wird an den verbleibenden Verkehrsflughäfen voraussichtlich 2018 vollendet.

Für die Einführung der AAK2P+ wird ein Musterverfahren mit dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) unter Berücksichtigung der novellierten europäischen Durchführungsverordnung DVO (EU) 373/2017 ausgearbeitet. Außerdem werden sowohl DWD-interne Vorschriften als auch für Kunden verfügbare Handbücher und sonstige Dokumente für die Entwicklungsstufe AAK2P+ angepasst. Die Kapitel 1.1 und 2.2 enthalten Erläuterungen zu den genannten Verordnungen, Vorschriften und Handbüchern.

SESAR-Projekte

► SESAR2020-Programm

Der DWD ist als »Linked Third Party« über die Deutsche Flugsicherung am Projekt PJ10.02 »Controller Tools and Team Organisation for the Provision of Separation in Air Traffic Management« im SESAR 2020 Research & Innovation Programm beteiligt. Dabei ist innerhalb des Projektrahmens die Zeitspanne von April 2017 bis Ende 2019 für die Arbeitspakete mit meteorologischen Inhalten vorgesehen. Weitere Kooperationspartner des DWD sind der niederländische Wetterdienst KNMI und die Firma MeteoSolutions GmbH.

Ziel der Projektaktivitäten ist es, mit flugmeteorologischen Gefahren verbundene Wettererscheinungen, also »signifikantes Wetter«, in Air Traffic Management-Simulationen und in Controller-Support-Systemen besser zu berücksichtigen.

sichtigen, um den Einfluss durch Wettergefahren zu untersuchen und zukünftig stärker berücksichtigen zu können. Im unteren Luftraumsektor des Area Control Centers Bremen sollen die Simulationsexperimente an Fallbeispielen von signifikanten konvektiven Wetterereignissen und signifikanten Windsituationen durchgeführt werden. Dafür hat der DWD 2017 begonnen, vergangene Wettersituationen zu analysieren, und NowCastMIX-Aviation-Daten aus dem Archiv zu reproduzieren. Fallbeispiele für signifikante Windsituationen werden gemeinsam mit dem KNMI anhand von Radiosondendaten, bodengestützten, Messungen und Mode-S-Daten zusammengestellt.

► **Implementierungsprojekt System Wide Information Management (SWIM Governance)**

Das europäische SWIM-Betriebskonzept (SWIM Concept of Operations, Del.08.01.01-D41, Ed.03.03, vom 20. Juni 2013) bietet eine Definition von SWIM und über einen Satz repräsentativer Anwendungsfälle, einen Überblick darüber, wie SWIM im SESAR-Programm und im zukünftigen europäischen Air Traffic Management-System angewendet wird. Die Definition von SWIM ist wie folgt: SWIM besteht aus Standards, Infrastruktur und Governance, die das Management von ATM-Informationen und deren Austausch zwischen qualifizierten Parteien über interoperable Dienste ermöglichen.

Obwohl Bausteine bereits vorhanden sind und eine Reihe von bestehenden Anwendungen bereits als frühe SWIM-Adaptoren etikettiert wurden, befindet sich die Governance und damit Orchestrierung der Funktionen noch in der Definitionsphase (SESAR Deployment Projekt 141, SWIM Governance). Die Funktionalitäten, Abfragekriterien und Rahmenbedingungen werden in einer Beschreibung festgehalten und können so von verschiedenen Kunden genutzt werden.

Nach der Befürwortung einer Beteiligung EUMETNETs am SWIM Governance Projekt beteiligen sich DWD, Met Office, Météo France und FMI als Projektpartner im Namen von EUMETNET in diesem Projekt bei der Definition von Vorgaben und Regelwerken, rechtlichen und finanziellen Aspekten sowie den gemeinsamen Komponenten wie dem SWIM Register. Das Projekt wurde im März 2017 gestartet und läuft bis Mitte 2019.

Im Rahmen der Mitarbeit zu SWIM Spezifikationen (Task3) fand 2017 über mehrere Monate eine Nutzerbefragung zu den Vorstellungen und Erwartungen an SWIM und SWIM Governance statt. Anfang 2018 wurden drei SWIM Spezifikationen (Specification for SWIM Service Description, Specification for SWIM Information Definition, Specification for SWIM Technical Infrastructure Yellow Profile) von Eurocontrol veröffentlicht, die den derzeitigen Standard und damit eine wichtige Grundlage für das Projekt MET-GATE bilden.

► **Implementierungsprojekt European MET Information Exchange (MET-GATE)**

Die Wetterdienste Met Office, Météo France und der DWD haben im Projekt SESAR WP11.2 das Konzept MET-GATE als »Proof of Concept« entwickelt, prototypisch implementiert und durch Nutzer validieren lassen. Diese Plattform soll nun in dem aktuellen SESAR Implementierungsprojekt MET-GATE für einen operationellen Einsatz weiterentwickelt werden. Météo France leitet das Projekt. Die Deutsche Flugsicherung (DFS) wurde als Nutzer und somit zur Validierung der End-to-End-Verbindung auf Rat des SESAR Deployment Managers in dieses Implementierungsprojekt eingebunden.

Im Jahr 2017 wurden die Ziele und die zukünftige Version der Funktion des MET-GATEs dokumentiert. Die aus SESAR WP11.2 existierenden

Anforderungen wurden um weitere Anforderungen für einen operationellen Betrieb ergänzt. Im Februar 2018 fand ein gemeinsames Treffen mit Partnern aus dem SWIM Governance Projekt und weiteren Endnutzern statt, um u. a. die Schnittstelle zum SWIM Register zu spezifizieren und die Ziele mit den Kundenvorstellungen und Erwartungen abzugleichen.

Innerhalb des DWDs wurde ein Konzept entwickelt, wie eine technische Serviceschnittstelle basierend auf SWIM-Service- und ICAO-Standards in die vorhandene DWD-Infrastruktur und Nutzung vieler Synergien implementiert werden kann. Zunächst wird sich auf die Servicebereitstellung von OPMET-Daten (METAR, SPECI, TAF und SIGMET) fokussiert, um diesen Service beispielhaft mit der DFS zu evaluieren. Anschließend sollen dann Services für Rasterdaten (METGriddedDataService) und Vektordaten (METHazardEnrouteObservation und MET-HazardEnrouteForecast Services) etabliert werden.

► **Implementierungsprojekt ICAO Weather Information Exchange Model (IWXXM)**

OPMET-Daten werden momentan in Form von kodierten Textgruppen international verteilt (TAC - Traditional Alphanumeric Code). Mit der 78. Änderung des ICAO Anhang 3 (gültig ab November 2018) sollen zukünftig OPMET-Daten digital in einem global interoperablen Informationsaustauschmodell auf Basis von XML/GML (Extensible Markup Language/Geographic Markup Language) ausgetauscht werden.

Die notwendigen Arbeiten und Entwicklungen für diesen Umstellungsprozess von METAR, TAF und SIGMET werden im DWD intensiv vorangetrieben. Personell wird diese Maßnahme durch das Projekt im BMVI Expertennetzwerk »Wissen-Können-Handeln« im Themenfeld 4 »Digitale Technologien konsequent entwickeln und anwenden« im Zeitraum 2016 - 2019 unterstützt.

Es ist geplant, die deutschen OPMET-Daten für einen noch festzulegenden Zeitraum schrittweise bis mindestens 2020 parallel sowohl im TAC-Format als auch im IWXXM-Format zu verteilen.

► **Implementierungsprojekt SESAR European Harmonised Forecasts of Adverse Weather (Icing, Turbulence, Convection and Winter Weather)**

Die im SESAR Projekt WP 11.2 prototypisch entwickelten, harmonisierten Vorhersageprodukte für signifikante Wettererscheinungen, wie Vereisung, Turbulenz, starke Konvektion und Winterwetterereignisse werden in diesem Implementierungsprojekt »Adverse Weather« operationalisiert. DWD, Met Office, Météo France und Finnish Met Institute (FMI) arbeiten gemeinsam seit Oktober 2016 bis Ende 2020, um dieses Ziel zu erreichen.

Die Ergebnisse der NWV bzw. der nachgeschalteten Postprocessingverfahren von Météo France, Met Office und DWD für Vereisung und Turbulenz werden über eine Regressionsbeziehung zusammengefasst. Météo France führt die nationalen, hochauflösenden Vorhersageprodukte von Gewitterereignissen in den Überlappungsgebieten zusammen, während FMI die Möglichkeiten untersucht, die Qualität der harmonisierten Winterwetterprodukte für Europa durch unterschiedliche Modelleingangsdaten zu erhöhen.

Zunächst müssen die entwickelten Harmonisierungsverfahren aufgrund der nationalen Weiterentwicklungen an den neusten Entwicklungsstand angepasst werden. Die Beobachtungsdatenbank zur Verifikation wird aufgebaut und die Vorhersagen archiviert. Parallel wurde 2017 begonnen, die Anforderungen an die operationelle Produktionskette auszuarbeiten. Für die zukünftige SWIM-kompatible Abgabe an Endkunden wird eng mit dem Projekt MET-GATE koordiniert.

Außerdem wird bereits intensiv über ein Betriebs- und Steuerungskonzept dieser gemeinsamen meteorologischen Dienstleistungen mit den Projektpartnern diskutiert.

► **Implementierungsprojekt SESAR European Weather Radar Composite of Convection Information Service**

Innerhalb dieses SESAR Implementierungsprojektes arbeiten Met Office, Météo France und DWD gemeinsam an der Operationalisierung verschiedener, auf Daten des Volumenscans basierender Produkte, wie z. B. Echotop-Höhen für europäische Luftfahrtnutzer. Dazu werden ein System am Met Office und ein Back-Up-System bei Météo France implementiert. Zum Produktportfolio gehören ein dreidimensionales Produkt für Europa und dreidimensionale, hochauflösende Produkte für die FABs EC und UK-IR, für verschiedene große Flughäfen und deren TMAs sowie für eine Auswahl zu überwachender Fluggebiete. 2017 wurden die operationellen Anforderungen an die Eingangsdaten, das harmonisierte Endprodukt, die Produktionskette und die Produktbereitstellung spezifiziert und abgestimmt. Derzeit wird geprüft, ob die Radardaten aus dem OPERA Data Hub für das europäische Radar-Komposit verwendet werden dürfen.



»Fallstreifen«

Schauer sind Niederschläge von kurzer Dauer (höchstens 45 Minuten), meist mit hoher und häufig rasch wachsender Intensität auf räumlich eng begrenztem Gebiet (maximal 10 Quadratkilometer). Da Schauer mit starken Vertikalbewegungen verbunden sind, klassifiziert man sie als konvektive Niederschläge, wobei verschiedene Niederschlagsformen (Regen, Schnee, Graupel und Hagel) als Schauer fallen können. Schauer sind die wesentliche mit Gewittern verbundene Niederschlagsart, im Falle konvektiver Wetterlagen zeigen sich Schauer bei wechselnder Bewölkung meist an der Wolkenuntergrenze als »Fallstreifen«.



Qualitätsmanagement

Der DWD hat seine Prozesse gezielt auf seine Kunden abgestimmt. Um die korrekte und zielgerichtete Umsetzung des Qualitätsmanagements zu überprüfen, stellt sich der DWD regelmäßig den internen und externen Audits auf Grundlage der DIN EN ISO 9001. Das entsprechende Zertifikat belegt die Kundenorientierung der flugmeteorologischen Prozesse im DWD und erfüllt gleichzeitig die Anforderungen der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011¹⁾ hinsichtlich eines Qualitätsmanagementsystems, was auch seitens BAF im Rahmen der Sicherheitsaufsicht regelmäßig überprüft wird.

Im DWD werden drei Leistungsprozesse mit direkten Schnittstellen zum Kunden unterschieden: Datengewinnung, Wettervorhersage sowie Klima- und Umweltservice.

Der Prozess »Flugwetterdienst« ist in den Leistungsprozessen Wettervorhersage eingegliedert. Die Flugwetterüberwachung und der daraus abgeleitete Warndienst bilden das Fundament dieses Prozesses und stellen die meteorologische Grundversorgung der Luftfahrt dar. Schwerpunkt im Prozessdesign bildet die anforderungsgerechte Erzeugung und Vermittlung der meteorologischen Informationen an die Luftfahrt.

Für die Erzeugung der meteorologischen Informationen werden an zahlreichen Standorten, so auch an den Flugwetterwarten der 16 internationalen Flughäfen Deutschlands, rund um die Uhr die flugmeteorologisch relevanten Parameter erfasst und verbreitet. Dies ist dem Leistungsprozess »Datengewinnung« zugeordnet.

Die Vermittlung der meteorologischen Informationen an die Luftfahrt erfolgt auf verschiedenen



Wegen. Spezifisch ausgerichtete Prozesse fokussieren diese Kundenschnittstellen und die Produktionskomponenten für den Flugwetterdienst. So stellen umfangreiche Havarie und Ausfallregelungen die kontinuierliche und qualitativ gleichbleibend hochwertige Diensterbringung sicher. Die Vorsorge und der Umgang mit Störungen im Flugwetterdienst ist in den Betriebsvorschriften und Notfallplänen geregelt. Kundeninformationen, auch im Störfall, Feedbackverfahren, Steuerung und Verwaltung von Abonnements und Datenlieferungen konkretisiert der Prozess »Kundenbetreuung und Vertrieb« im Flugwetterdienst. Auf die speziellen Anforderungen der Flughafenbetreiber ist der Prozess »Verkehrsflughäfen« ausgerichtet. Im Prozess »Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen« werden in den letzten Jahren vermehrt nicht nur Gutachten zur fachlichen Unterstützung bei der Aufklärung von Flugunfallursachen erstellt, sondern zunehmend auch Anforderungen im Bereich der Passagierrechte sowie des BAF zur Überwachung der Leistungsziele im Flugverkehrsmanagement bedient.

1) Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011 der Kommission vom 17. Oktober 2011 zur Festlegung gemeinsamer Anforderungen an die Erbringung von Flugsicherungsdiensten und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 482/2008 und (EU) Nr. 691/2010

Kennzahlen im Prozess Flugwetterdienst					
Prozess im strategischen Prozess Luftfahrt	Ziel	Kennzahl	Soll-Wert	Ist 2016	Ist 2017
Flugwetterüberwachung und Warndienst	Qualität	Formelle Güte Wetterwarnungen: Fehlerfreie Darstellung der Warnungen/ Gesamtzahl der herausgegebenen Warnungen	> 95 %	100 %	100 %
Flugwetterberatung und Vorhersagedienst (Teil 1 - Individuelle Flugwetterberatung)	Kundenzufriedenheit	Kundenzufriedenheit: Anzahl negativer Rückmeldungen an der Gesamtanruhzahl	> 99 %	99,96 %	99,95 %
Flugwetterberatung und Vorhersagedienst (Teil 2 - Flugwettervorhersage)	Qualität	Formale Korrektheit der TAFs	> 95 %	99,97 %	99,93 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 2 Tage	> 80 % (ab 2018: > 90 %)	96,8 %	93,9 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 5 Tage	> 90 % (ab 2018: > 95 %)	99,2 %	98,1 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anzahl gelöster Fälle pro Monat (R ₃₀)	> 95 % (ab 2018: > 98 %)	100 %	99,5 %
Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen	Termintreue (Supportanfragen)	Mittlere Dauer in Werktagen zur Fertigstellung eines Gutachtens	≤ 20 Werktage	15 Werktage	64 Werktage ²⁾
Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen	Termintreue (Supportanfragen)	Mittlere Dauer zur Erstellung einer Auskunft	≤ 20 Werktage	6 Werktage	8 Werktage

2) bedingt durch die erhöhte Anzahl von Einzelaufträgen im Jahr 2017

Prozessverantwortliche tragen Sorge dafür, dass die den Prozessen unterlegte Organisationseinheit des DWD zeit- und anforderungsgerecht Ressourcen für Forschung, Entwicklung, Technik und Steuerung zur Verfügung stellt. Neben dem Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001:2015 baut der DWD sein Sicherheitsmanagement für den Flugwetterdienst im Sinne der Vorgaben des Single European Sky weiter aus. Um die strengen Vorgaben an die Messtechnik, insbesondere für Flughafensysteme, zu erfüllen ist der DWD zudem als Kalibrierlaboratorium nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiert.

Zur regelmäßigen Überprüfung der Zielerreichungsgrade und Steuerung der Prozessabläufe dienen die gemäß der Norm definierten Werkzeuge, wie etwa interne Audits, kontinuierliche Verbesserungsprozesse (KVP) und die Definition von Kennzahlen. Innerhalb des Deutschen Wetterdienstes werden diese Kennzahlen jeweils einer der im Qualitätsmanagementsystem definierten Zielgröße zugeordnet:

- ▶ Qualität,
- ▶ Termintreue,
- ▶ Systemverfügbarkeit und
- ▶ Kundenzufriedenheit.

Kennzahlen anderer Prozesse

Prozess	Ziel	Kennzahl	Soll-Wert	Ist 2017
Hauptamtliches Messnetz	Systemverfügbarkeit/ Qualität	Vollständigkeit der Datensätze	> 95 %	99,20 %
Dezentrale Systeme	Systemverfügbarkeit/ Qualität	Anzahl der Wartungen der Flughafenmesssysteme in Prozent ³⁾	85 %	97,8 %
Weitverkehrsnetz (Primärnetz)	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	99,50 %	99,83 %
Operatives Mailsystem	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	98,50 %	99,98 %
Bereitstellung von Informationen im Internet (www.flugwetter.de)	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	98,00 %	99,91 %

3) Ein Wert von 100 % besagt, dass die vorgesehenen acht Wartungen pro Jahr für alle Flughafenmesssysteme erfolgt sind (bedeutet nicht: 100 % Systemverfügbarkeit)



Verifikationsverfahren für TAF

Für die internationalen Flughäfen Deutschlands werden im Rahmen eines MET Alliance Projektes (siehe Kapitel 1.2) Verifikationen von Flughafenvorhersagen (TAF) durchgeführt. Die Tabelle auf Seite 62 zeigt die Kriterien, die für die verschiedenen meteorologischen Parameter zugrunde gelegt werden. Mittels dieser Kriterien werden parameterbezogene Kennzahlen ermittelt. Bei Sichtweite, Ceiling und signifikantem Wetter wird für jeden Schwellenwert bzw. jedes Ereignis der Key Performance Indicator (KPI) als Mittelwert aus Pierce Skill Score (PSS) und Heidke Skill Score (HSS)

berechnet und das Mittel gebildet (Wertebereich zwischen -1 und +1).

Der Wert von $\geq 0,30$ wurde als Mindestanforderung, der Wert $\geq 0,45$ als Ziel definiert. Diese Werte sind gleichbedeutend mit folgenden Bedingungen:

- ▶ KPI = 0,30: Eines von zwei beobachteten Ereignissen wird korrekt vorhergesagt. Ein Ereignis wird innerhalb eines 6-stündigen Vorhersageintervalls mindestens einmal beobachtet.
- ▶ KPI = 0,45: Zwei von drei beobachteten Ereignissen werden korrekt vorhergesagt; ein Ereignis wird innerhalb eines 4-stündigen Vorhersageintervalls mindestens einmal beobachtet.

Kriterien für meteorologische Parameter		
Parameter	Sommerhalbjahr (April - September)	Winterhalbjahr (Oktober - März)
Sichtweite	800, 1.500, 3.000/3.500, 5.000 m	350, 600, 800, 1.500, 3.000/3.500, 5.000 m
Hauptwolkenuntergrenze (Ceiling)	500, 1.000, 1.500 ft	200, 500, 1.000, 1.500 ft
Signifikantes Wetter	mäßiger/starker Regen, Gewitter, Squall Lines, Tornados	mäßiger/starker Regen, mäßiger/starker Schneefall, gefrierender Nebel
Windrichtung	zulässige Richtungsabweichung ± 50 Grad bei Windgeschwindigkeit ≥ 10 Knoten	
Windgeschwindigkeit (Böen)	zulässige Geschwindigkeitsabweichung ± 10 Knoten	

Bei den Windvorhersagen wird überprüft, ob die zulässigen Abweichungen eingehalten wurden und die Trefferquote wird ermittelt. Der Sollwert liegt hier bei 0,80 für die Windrichtung und bei 0,90 für Windgeschwindigkeit und Böen, die Zielwerte bei 0,85 bzw. 0,95.

Die in der Tabelle unten dargestellten KPI-Mittelwerte über alle 16 internationalen Verkehrsflughäfen Deutschlands zeigen, dass die Sollwerte der Flughafenvorhersage bei nahezu allen Parametern erreicht wurden, bei den meisten Parametern auch die Zielwerte. Der Vergleich zum Vorjahr zeigt für Sichtweite und Ceiling im Sommer eine

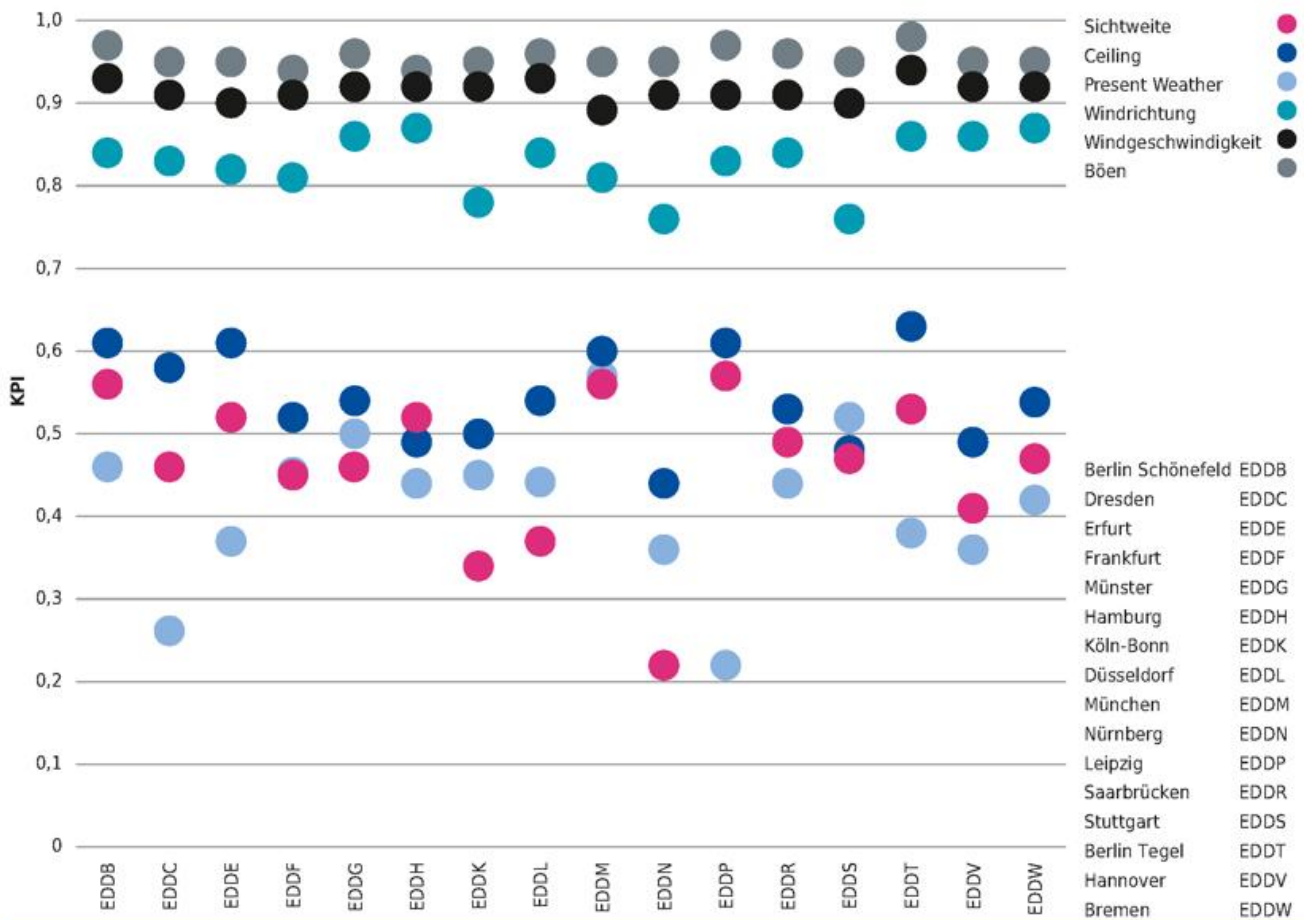
Verbesserung, dagegen eine Verschlechterung bei Signifikantem Wetter und bei der Windrichtung im Sommer. Bei den übrigen Parametern sind keine eindeutigen Unterschiede zu erkennen.

Schaut man sich die KPI-Werte der einzelnen Flughäfen an, z. B. aus dem Winter 2017/2018 (Abbildung Seite 63), erkennt man die Schwankungsbreite der Vorhersagegüte für die einzelnen Flughäfen und Parameter. Für nahezu alle Parameter und Flughäfen wird eine ausreichende oder gute Vorhersagequalität erzielt.

Die Detailanalyse zeigt, dass in Leipzig Schneefall nur relativ selten auftrat und in der Vorhersage

KPI-Mittelwerte der 16 deutschen internationalen Verkehrsflughäfen			
Parameter	Soll-Wert	KPI Sommer 2017 (Sommer 2016)	KPI Winter 2017/18 (Winter 2016/17)
Sichtweite	$\geq 0,30$	0,40 (0,38)	0,45 (0,46)
Ceiling	$\geq 0,30$	0,52 (0,48)	0,54 (0,57)
Signifikantes Wetter	$\geq 0,30$	0,46 (0,50)	0,41 (0,45)
Windrichtung	$\geq 0,80$	0,72 (0,77)	0,83 (0,81)
Windgeschwindigkeit	$\geq 0,90$	0,90 (0,91)	0,91 (0,92)
Böen	$\geq 0,90$	0,93 (0,93)	0,95 (0,96)

TAF Key Performance Indicators für Vorhersagezeit 0 - 10h (Okt. 2017 - Mrz. 2018)



schlecht erfasst wurde. In Dresden und Leipzig trat gefrierender Nebel nur selten auf, hier konnte aufgrund fehlender Treffer und vieler verpasster Ereignisse oder Fehlalarme keine Vorhersageleistung erzielt werden.

Die Ergebnisse für die Wolkenuntergrenze sind verbreitet gut und liegen im internationalen Vergleich im mittleren und oberen Bereich. Auch bei der Sichtweite wurden an vielen Flughäfen sehr gute Ergebnisse erzielt. Selbst an Plätzen mit sehr seltenen Sichtrückgängen unter 3.000 m, wie z. B. Köln-Bonn und Düsseldorf, konnte die Mindestanforderung übertroffen werden. Probleme gab es

nur in Nürnberg, wo Sichten unter 1.500 m zeitlich schlecht erfasst wurden.

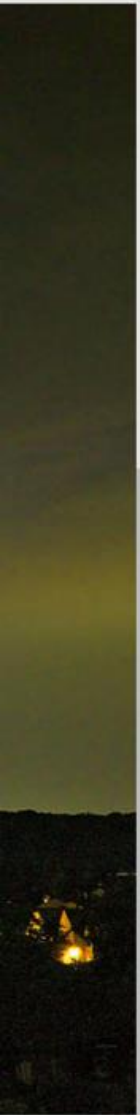
Die stetige Verifikation der Vorhersageergebnisse bietet uns die Grundlage gezielter Adressierung der beobachteten Auffälligkeiten und einer dezierten Fort- und Weiterbildung in der Flugwetterberatung.



© Felix Dietzsch, DWD

Bis eine Milliarde Volt

Bei Gewittern werden in Cumulonimbuswolken durch starke vertikale Luftbewegungen große Mengen von Wassertröpfchen in beträchtliche Höhen (bis über 10 km) befördert. Dabei entstehen durch Ladungstrennung elektrische Spannungen von bis zu einer Milliarde Volt. Die Spannungen entladen sich zwischen verschiedenen Wolkenteilen als »Wolkenblitze«, mit Gesamtlängen von bis zu 100 km, oder als »Erdblitze« zwischen Wolke und Erdoberfläche. Dabei erfolgt die Blitzentladung in ruckartigen Schüben durch Stoßionisation längs eines sog. Blitzkanals, wie auf dem Foto gut zu erkennen ist. Es sind mehrere (bis etwa 40) Entladungen im selben Blitzkanal möglich.



Direct Costs und Core Costs

Die Systematik der Kostenermittlung zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt basiert auf einer Vollkostenrechnung für den gesamten DWD unter Berücksichtigung der nationalen und internationalen Vorgaben (SES II-Verordnungen) und Rahmenbedingungen. Das zugrunde gelegte Verfahren der Kostenaufstellung findet hierbei für die Erfassung/Ermittlung sowohl der Ist-, als auch der Plan-Kosten des Flugwetterdienstes (FWD) Anwendung. Diese Berechnungsmethode zur Ermittlung der sog. Determined Costs Flugwetterdienst wurde letztmalig für das Abrechnungsjahr 2016 durchgeführt. Ab dem Abrechnungsjahr 2017 dürfen die abrechnungsfähigen Kostenbestandteile für den Instrumentenflug (IFR) gemäß eines Erlasses des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (November 2016) nur noch im Rahmen der Direct Costs abgerechnet werden.

Die Tabelle »Kennzahlenauswertungen zu Direct Costs und Core Costs« zeigt die absoluten und relativen Angaben zu den Direct und Core Costs des DWD und des IFR-Bereichs des Flugwetterdienstes. 2017 betragen die Gesamtkosten für den DWD 357.631 Tsd. EUR, wovon 25 % den Direct Costs und 75 % den Core Costs zugerechnet werden. Während der prozentuale Anteil der Direct Costs an den Gesamtkosten DWD für das Abrechnungsjahr 2017 zum Vorjahr 2016 von 27 % auf 25 % leicht gesunken ist, wird beim IFR-Anteil der Direct Costs ein Anstieg von 14,5 % im Jahr 2016 auf 17,5 % im Jahr 2017 festgestellt; dies aufgrund der Zunahme der direkten flugmeteorologischen Leistungen.

Die IFR-Direct Costs liegen im Jahr 2017 um 2,4 % höher als im Jahr 2016, was mit der Besetzung der durch das BMVI bewilligten Stellen für den Flugwetterdienst zusammenhängt.

Kennzahlenauswertungen zu Direct Costs und Core Costs

	Ist 2016		Plan 2017		Ist 2017	
	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil
Direct Costs und Core Costs des Deutschen Wetterdienstes (absolut und relativ)						
Direct Costs	87.164	27 %	86.800	26 %	87.947	25 %
Core Costs	230.521	73 %	253.292	74 %	269.683	75 %
Summe: Gesamtkosten DWD	317.685	100 %	340.091	100 %	357.631	100 %
Direct Costs und Core Costs des Instrumentenflugs (IFR) an den o. g. Direct und Core Costs des DWD (absolut und relativ)						
Direct Costs IFR aus den Direct Costs des DWD (s. o.)	13.185	15,1 %	15.894	18,3 %	15.412	17,5 %
Core Costs IFR aus den Core Costs des DWD (s. o.)	32.966	14,3 %				
(aus Leistungsbewertung Daten/Produkte)	(9.033)					
(aus Verrechnung anderer Vorleistungen)	(23.933)					
Summe: Gesamtkosten IFR	46.151	14,6 %	15.894	18,3 %	15.412	17,5 %

Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD - Aufstellung der FWD-Kosten Ist und Plan für die Jahre 2016 und 2017 nach An-/Abflug und Strecke

Alle Kostenangaben in Tsd. EUR	2016 Ist	2017 Plan	2017 Ist
DWD-Kosten gesamt	317.685	340.091	357.631
Anteil FWD an DWD gesamt	16,1 %	5,2 %	4,8 %
Anteil FWD-IFR an DWD gesamt	14,5 %	4,7 %	4,3 %
Anteil FWD-VFR an DWD gesamt	1,6 %	0,5 %	0,5 %
FWD-Kosten gesamt	51.109	17.601	17.067
Anteil IFR an FWD	90,3 %	90,3 %	90,3 %
Anteil VFR an FWD	9,7 %	9,7 %	9,7 %
Anteil An-, Abflug an IFR	21,5 %	20,9 %	23,5 %
Anteil Strecke an IFR	78,5 %	79,1 %	76,5 %
FWD-IFR-Kosten, davon	46.151	15.894	15.412
IFR An-, Abflug	9.924	3.319	3.617
IFR Strecke	36.227	12.575	11.794
Personalkosten IFR, davon	23.672	11.835	10.987
An-/Abflug	5.090	2.471	2.579
Strecke	18.582	9.364	8.408
Betriebskosten IFR, davon	15.097	2.993	2.406
An-/Abflug	3.246	625	565
Strecke	11.851	2.368	1.841
Abschreibungen IFR, davon	6.020	682	1.630
An-/Abflug	1.295	142	383
Strecke	4.726	540	1.248
Kapitalkosten IFR, davon	1.361	384	389
An-/Abflug	293	80	91
Strecke	1.068	304	297
FWD-VFR-Kosten	4.958	1.707	1.655

Plan- und Ist-Kosten

Die Gesamtkosten des Flugwetterdienstes sind durch die neue Abrechnungsweise für 2017 um etwa 2/3 gegenüber der Vorjahressumme gesenkt worden, nämlich von ca. 51 Mio. EUR im Jahr 2016 auf ca. 17 Mio. EUR im Jahr 2017, dementsprechend um etwa 34 Mio. EUR.

In der Zusammenstellung der Finanzergebnisse 2017 in der Tabelle auf Seite 67 sind die Plan- und Ist-Zahlen des Flugwetterdienstes nach Kostenarten, IFR und VFR sowie nach den Anteilen des An-/Abfluges und der Strecke untergliedert.

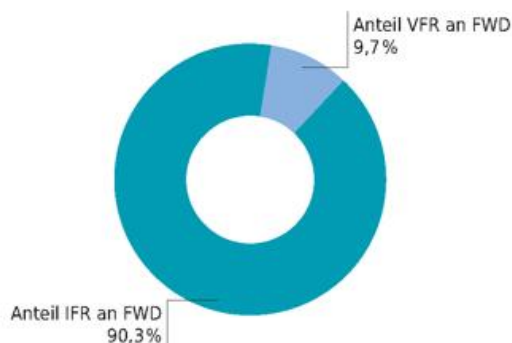
Der Vergleich zwischen den direkten Plan- und Ist-Kosten für das Berichtsjahr 2017 zeigt, dass sich einige Parameter trotz der veränderten Kostenplanung anders entwickelt haben als zunächst angenommen. So sind die direkten Ist-Personalkosten 2017 aufgrund höherer Planansätze für Stellen und der direkten internen FWD-Vorleistungen um ca. 0,8 Mio. EUR niedriger ausgefallen. Auch bei den Betriebskosten sind geringere direkte Ist-Kosten als ursprünglich kalkuliert angefallen, was mit ursprünglich höher geplanten Vorleistungen für FWD Produkte zusammenhängt. Im Bereich der Abschreibungen sind im Rahmen der Operationalisierung und Weiterentwicklung von LLWAS 2017 und der damit verbundenen

Anlagenaktivierungen die direkten FWD Kosten hingegen um ca. 0,9 Mio. EUR angestiegen. Die direkten Kapitalkosten 2017 decken sich in etwa mit dem Planansatz.

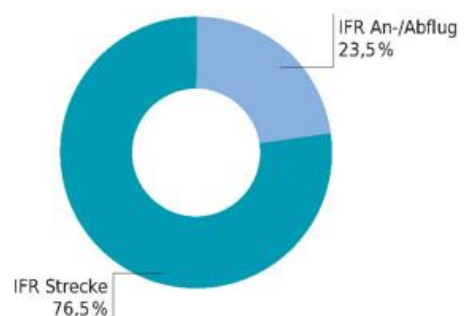
Für das Jahr 2017 wurden für den FWD direkte Ist-Kosten (Direct Costs) in Höhe von 17.067 Tsd. EUR ermittelt. Als Basis für die Ermittlung der IFR-/VFR-Anteile am Leistungsspektrum der flugmeteorologischen Sicherung der Luftfahrt durch den DWD dienen die erfassten Personalaktivitätsdaten. Im Geschäftsjahr 2013 wurde die Kostenbemessungsgrundlage für Flugsicherungsgebühren vom DWD neu berechnet und an das BMVI berichtet. Diese Basis diente auch für die Anmeldung zur Referenzperiode 2 (SES II-Verordnungen) im gleichen Jahr und ist somit gleichbleibend für das Berichtsjahr 2017, sodass die IFR-/VFR-Anteile weiterhin 90,3 % bzw. 9,7 % betragen (siehe Graphik unten links).

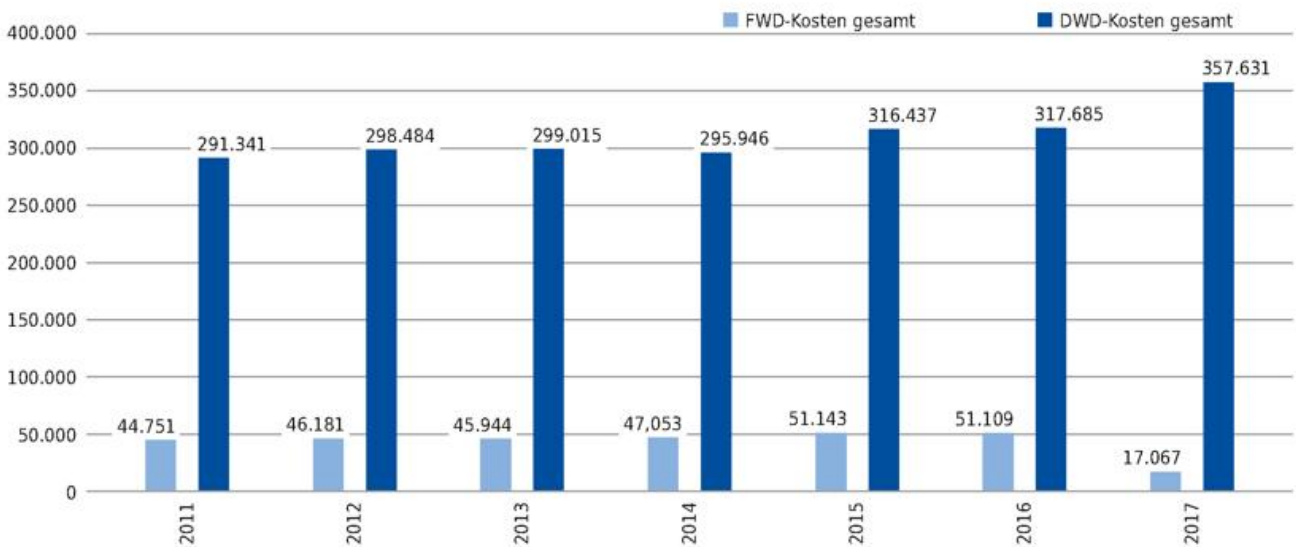
Ein Blick auf das Verhältnis von An-/Abflug zu Strecke zeigt, dass sich die IFR-Kosten 2017 durch die stärkere Inanspruchnahme der genutzten Kostenträgerleistungen im DWD in Richtung An-/Abflug entwickelten und somit für das dritte Jahr der Referenzperiode 2 gemäß SES II eine Verteilung für An-/Abflug mit 23,5 % zu 76,5 % für Strecke erfolgte.

Verteilung der FWD-Kosten auf IFR und VFR



Verteilung der IFR-Kosten auf An-/Abflug und Strecke

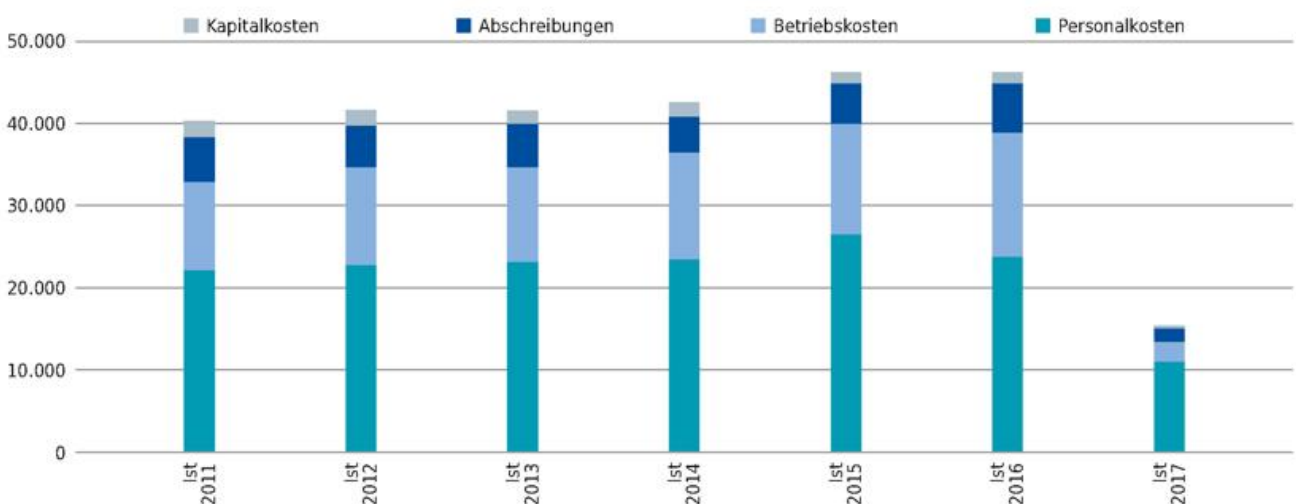


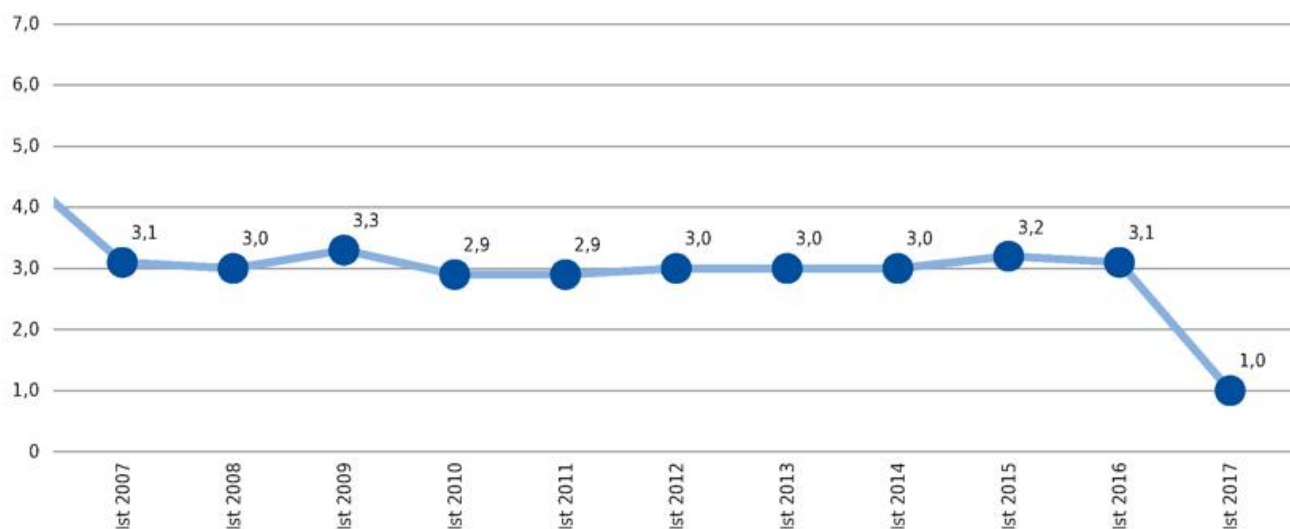
Entwicklung der Ist-Kosten für DWD und FWD seit dem Jahr 2011 in Tsd. EUR


Kostenentwicklung

Betrachtet man über einen Zeitraum von sieben Jahren die Entwicklung der IFR Ist-Kosten des Flugwetterdienstes im Vergleich zu den DWD-Kosten insgesamt, wird die Auswirkung der Umstel-

lung der zuvor beschriebenen Abrechnungssystematik auf Direct Costs und eine Kostensenkung für 2017 auf ein Niveau von ca. einem Drittel des ursprünglichen Kostenansatzes von 2016 deutlich, wie die Graphiken auf dieser Seite und auf Seite 70

Entwicklung der FWD-Ist-Kosten für den Bereich IFR von 2011 bis 2017 in Tsd. EUR


Wirtschaftlichkeit - Entwicklung der Service Unit Costs in EUR/Service Unit

veranschaulichen. Auch bei der Kostenentwicklung der einzelnen IFR-Kostenarten zeigt sich der starke Einfluss der Abrechnungsänderung. In den Jahren 2011 bis 2016 betrug der Anteil der Personalkosten 55 – 60 % der IFR Ist-Kosten; aber auch die Betriebskosten und Abschreibungen hatten einen noch hohen Anteil. Durch die neue Abrechnungsweise sind die Personalkosten der ausschlaggebende Anteil, wenngleich auch dieser sich um die Hälfte der ursprünglichen Kosten reduziert hat. In diesem Anteil sind ausschließlich diejenigen Personalkosten enthalten, die den Direct Costs zugerechnet werden müssen.

Wirtschaftlichkeit

Die Entwicklung der sog. Service Unit Costs kann als Maß für die Wirtschaftlichkeit herangezogen werden. In den Jahren 2007 – 2016, also über einen Zeitraum von nunmehr 10 Jahren, war eine relativ gleichbleibende Entwicklung der Kosten für eine Service Unit, die beide IFR Bereiche An-/Abflug und Strecke beinhaltet, zu verzeichnen. Eine Service Unit kostete ca. 3,0 EUR. Erst ab dem Berichtsjahr 2017 sind die Kosten für eine Service Unit deutlich gesenkt worden, dies bedingt durch die Umstellung der Abrechnungssystematik auf Direct Costs. Eine Service Unit kostet nun ca. 1,0 EUR.



▲ Böenwalze



Von der Abendsonne angestrahlter Cb

Die Abbildung zeigt einen sich allmählich auflösenden Cumulonimbus, der vom rötlichen Abendlicht angestrahlt wird. Da sich mit sinkender Sonne der Lichtweg der solaren Strahlung durch die Erdatmosphäre verlängert, wird der kurzwellige, blaue Anteil des Sonnenspektrums durch Streuung an Luftmolekülen und Aerosolen weitgehend herausgefiltert, so dass nur noch das rote, längerwellige Licht übrig bleibt.

Nichts ist so beständig wie der Wandel*

In den kommenden Jahren wird der Deutsche Wetterdienst seine Arbeiten für die Luftverkehrswirtschaft kontinuierlich fortführen. Bereits zu Beginn des Jahres 2019 wird der Flugwetterdienst die Wetterüberwachung und Warnung des oberen Luftraums durch die von der ICAO vorgeschriebene Meteorological Watch Office an einer Dienststelle bündeln und mit neuen Warn- und Vorhersagesystemen versehen. Hierdurch reduzieren wir unseren Betriebsaufwand und schaffen Raum für eine Erweiterung unseres Leistungsprogramms, denn auch die internationale Zusammenarbeit der Flugwetterdienste werden wir inhaltlich und räumlich ausdehnen.

Auch planen wir 2019 mit einer neuen Anwendungssoftware für Mobilgeräte, Piloten die meteorologische Flugvorbereitung zu erleichtern, denn unsere vielen Kunden benötigen einen gleichermaßen einfachen und verlässlichen Zugang zu den Wetterinformationen des DWD.

Bei der Datengewinnung an Flughäfen wird der DWD neue Wege beschreiten und im Rahmen einer Automatisierung der Wetterbeobachtung zusätzliche Messsensoren einführen und eine stärkere Vernetzung von bodennahen Wetterinformationen vom Fernerkundungssystemen wie z. B. Wetterradaren und Satelliten voranbringen.

Für die deutschen Flughäfen und die deutsche Luftverkehrsindustrie werden wir unseren Service weiter ausbauen. Zusammen mit geeigneten Partnern der Industrie stellen wir ein umfassendes Portfolio digitaler Informationen der Luftfahrt bereit, sowohl im Inland als auch international. Die Services für Wetterdaten »Made in Germany« erfüllen höchste Ansprüche an Qualität, IT-Konformität und Benutzerfreundlichkeit.

* Heraklit von Ephesos



▲ Kondensstreifen mit Schattenwurf auf darunterliegende Wolken

Abkürzungsverzeichnis

AAK2P+	ASDUV_Auto-Klasse 2P+ im Projekt AutoMETAR	BVD	Bodenverkehrsdienste
ADWICE	Advanced Diagnosis and Warnung system for Aircraft Icing	CAeM	Commission of Aeronautical Meteorology
AERO	Luftfahrtmesse in Friedrichshafen	CB	Cumulonimbus
AF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung	CBS	Commission for Basic Systems
AIREP	(automatischer) Aircraft Report	CBH	Cloud Base Height
AIRMET	Flugwetterwarnung für den unteren Luftraum	CODA	Central Office for Delay Analysis von EUROCONTROL
AMC	Acceptable Means of Compliance	COSMO	Consortium for Small-scale Modeling
AMDAR	Aircraft Meteorological Data Relay	COSMO-DE, -D2	COSMO Deutscher Ausschnitt
AMV	Atmospheric Motion Vector Daten	COSMO-DE-EPS	Kurzfrist-Ensemble-Vorhersagesystems
ANS	Air Navigation Services (Flugsicherungsdienste)	COSMO-EU	COSMO Europäischer Ausschnitt und Nord-Atlantik
ANSP	Air Navigation Service Provider (Dienstleister für die Luftfahrt)	CTR	Controlled Traffic Region (Flugsicherheitsluftraum in unmittelbarer Umgebung eines Flugplatzes)
ASDUV	Automatisches System zur Datenerfassung und -verbreitung an Verkehrsflughäfen (DWD)	DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
ATC	Air Traffic Control Service (Flugverkehrskontrolldienst)	DAT	Daten
ATM	Air Traffic Management (Flugverkehrsmanagement)	DFS	Deutsche Flugsicherung
autoCLD	Verfahren zur Bestimmung der Bewölkung	DIN ISO/IEC EN	Deutsche Industrie Norm e.V., Internationale Organisation für Normung der Internationalen elektrotechnischen Kommission
autoKON	Verfahren zur Bestimmung der Konvektion	DIN EN	Deutsche Industrie Norm e.V., Europäische Norm
AutoMETAR	DWD-Projekt zur Automatisierung der Flughafenwettermeldungen	DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
autoOBS	Verfahren zur Erstellung konsistenter Wettermeldungen	DMI	Dänischer Wetterdienst
autoPWX	Verfahren zur Bestimmung des gegenwärtigen Wetters und des vergangenen signifikanten Wetters	DMRZ	Deutsches meteorologisches Rechenzentrum
AutoTAF	Projekt zur automatisierten TAF-Generierung	DVO	Durchführungsverordnung, hier in der EU-Gesetzesgebung
AVAC	Aviation Advisory Committee	DWD	Deutscher Wetterdienst
AVIMET	Aviation Meteorology (Arbeitsgruppe der EUMETNET)	EANPG	European Air Navigation Planning Group
AWEM	Aviation Weather Event Manager	EASA	European Aviation Safety Agency
AWO	DWD-Wolkenalgorithmus	EC	European Commission
BER	Flughafen Berlin-Brandenburg (ehemals Berlin-Schönefeld)	ECMW	European Centre for Medium-range Weather
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	EDP	Eddy Dissipation Parameter
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	EDR	Eddy Dissipation Rate
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben	EG	Europäische Gemeinschaft
		EnVar	Hybrides Datenassimilationssystem auf Ensemblebasis

EPM	Edition-Production-Monitoring (Ninjo-Layer)	GRIB1	Gridded Binary (WMO Manual Code Nr. 306, Form FM-92-IX)
EPS	Ensemble Prediction System	GRIB2	General Regularly-distributed Information in Binary form (WMO Code FM-92 Edition GRIB 2)
EU	Europäische Union	GRIB-API	Softwarepaket des EZMW
EUMETNET	European Meteorological Services Network	IASI	Infrarotsondierer auf Satelliten
EUMETSAT	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites	ICAO	International Civil Aviation Organization
EUR	Euro (ISO 4217)	ICI	»Ice Crystal Icing«, Vereisung durch Eiskristalle, insbes. an Flugzeugen
EuRadCom	Europäisches Radarkomposit für den FABEC-Raum	ICON	ICOsahedral Nonhydrostatic (neues Wettervorhersagemodell)
EUR/NAT-Region	ICAO-Region Europa und Nordatlantik (u.a. incl. Russland)	ICON-EDA	Ensemble Daten Assimilation als Basis von ICOM-EPS
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation	ICON-EnVAR	Hybrides Verfahren (Ensemble/Variationell)
EZMW	Europäisches Zentrum für mittelfristige Vorhersagen	ICON-EPS	Ensemble-basierte Version von ICON mit globaler Abdeckung
EZMWF	European Centre for Medium-range Weather Forecasts	ICON-EU	Regional genesteter ICON-Modelllauf, Europa-Ausschnitt
FAA	Federal Aviation Administration (Luftfahrtbehörde der USA)	ICON-LAM	ICON mit hoher regionaler Auflösung
FAB	Functional Airspace Block (EC=Europe Central, IR=UK-Ireland)	IFR	Instrument Flight Rules
FE	Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung	iPort	innovativer Airport
FE2	Abteilung Zentrale Entwicklung	IT	Informationstechnologie
FH	Fachhochschule	IWXXM	ICAO Meteorological Information Exchange Model
FIR	Flight Information Region	JVEG	Justizvergütungs- und entschädigungsgesetz
FMI	Nationaler Wetterdiens Finnlands	KENDA	Ensemble-Datenassimilation auf der Kilometerskala
FWD	Flugwetterdienst	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institut (niederländischer Wetterdienst)
FTP	File Transfer Protocol	KONRAD	KONvektionsentwicklung in RADarprodukten
GAFOR	General Aviation Forecast	KONRAD3D	Weiterentwicklung von KONRAD unter Ausnutzung von Radarkomposit-Daten
GAMET	General Aviation Meteorological Forecast, Area forecast for low level flights (ICAO)	KPI	Key Performance Indicator
GeoInfoDBw	Geoinformationsdienst der Bundeswehr	KU	Geschäftsbereich Klima und Umwelt
GG	Grundgesetz (der Bundesrepublik Deutschland)	KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
GIS	Geographisches Informationssystem	LBA	Luftfahrtbundesamt
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	LBZ	Luftfahrtberatungszentrale
GML	Geographic Markup Language	LIDAR	Light Detection and Ranging

LINET	Blitzortungssystem der Firma nowcast	Obs oder OBS	Obeservation (Beobachtung)
LLWAS	Low Level Wind-Shear Alert System	OPMET	Operationelle meteorologische Informationen
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München	OPERA	Operational Programm for the Exchange of Weather Radar Information
LuFo TeFIS	Luftfahrtforschungsprogramm gemeinsam mit DLR	PANS	Procedures for Air Navigation Services
LuftVG	Luftverkehrsgesetz	PB	Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft
LVTO	Low visibility take-off	Pers	Personal
MAB	Meteorological Airport Briefing	pc_met®	Selfbriefing-System für Flugwetterinformationen
MET	Meteorological Services	PIREP	Pilot Report
MET Alliance	Verbund aus neun europäischen Flugwetterdiensten	POLARA	Polarimetrisches Radar Software Framework
METAR	Météorologique Aviation Régulière (Aviation Routine Weather Report)	PROG	Prognose
Météo France	Nationaler Wetterdienst in Frankreich	RADAR	Radio Detection And Ranging
Meteo Schweiz	Nationaler Wetterdienst der Schweiz	RMZ	Radio Mandatory Zone
METG	Meteorology Group der EANPG	ROC	Receiver Operator characteristics
MET-GATE	European MET Information Exchange (SESAR-Projekt)	RUC	Rapid Update Cycle
Met Office	Nationaler Wetterdienst des Vereinigten Königreichs	SAR	Search and Rescue
MET Panel	Meteorologischer Fachausschuss der ICAO	SES	Single European Sky
MEZ	Mitteeuropäische Zeit	SESAR	Single European Sky ATM Research (Programme)
MHS	Mikrowellensondierer auf Satelliten	SESAR WP 11.2	SESAR Work Package 11.2
Mode-S	Selective Mode	SIGMET	Significant Meteorological Phenomena (ICAO)
MOS	Model Output Statistic	SINFONY	Integriertes Vorhersagesystem des DWD
MSC	Meteorological Service of Canada	SPECI	Sonderwettermeldung
MTG	METEOSAT Third Generation	SWC	Significant Weather Chart
MWO	Meteorological Watch Office	SWIM	System Wide Information Management
NCM-A	NowcastMIX-Aviation	TAC	Traditional Alphanumeric Code
NCM-Ww	NowcastMIX-Winterwetter	TAF	Terminal Aerodrome Forecast
NinJo	IT-System zur Darstellung meteorologischer Informationen	Tech	Technik
NVF	Night Vision Forecast	TeFiS	Technologie für Flugmanagement in großen Strukturen
NWC	Nowcasting	TI	Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb
NWV	Numerische Wettervorhersage	TMA	Terminal Maneuvering Area

TREND	zweistündige Entwicklungsvorhersage (mit METAR-SPECI: Landwettervorhersage)
UIR	Upper Air Information Region
UK MO	Nationaler Wetterdienst United Kingdom (Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland)
UN	United Nations = Vereinte Nationen
UAS	Unbemannte Luftfahrtsysteme (Drohnen)
VADUGS	Volcanic Ash Detection Utilizing Geostationary Satellites
VFR	Visual Flight Rules
VIL	Vertikal integrierter Flüssigwassergehalt
VII	Vertikal integrierter Eiswassergehalt
VOLCEX	Volcanic Ash Exercise
VuB	Vorschriften und Betriebsunterlagen
VZÄ	Vollzeitäquivalent
WAWFOR	World Aviation Weather Forecast
WISO	Weather Information System Offenbach
WMO	World Meteorological Organization
WV	Geschäftsbereich Wettervorhersage
WV 21	Referat Systeme und Betrieb Flugwetterdienst
WV 22	Referat Kundenservice Flugwetterdienst
WV 2P	Bereich Projektkoordination
WxVis4ATC	Weather Visualisation for ATC
XML	eXtensible Markup Language

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst (DWD)

Konzeption und Redaktion

Michael von Bierbrauer, Gabriele Meise
und Thomas Ruppert

Gestaltung und Satz

Karin Borgmann Grafikdesign
Offenbach am Main

Bildbearbeitung

Gesser-Service
Offenbach am Main

Druck

Heyne-Druck,
Offenbach am Main

Fotos

Titel: olly/fotolia

Seite 3: Kirsten Bucher

Seiten 6/7, 14/15: Dr. Stefan Waas

Seiten 8/9: Martin Stelzner

Seiten 16/17: DWD

Seiten 20, 21: Irina Herpel

Seiten 22, 23: Alexander Diehl

Seite 24: Anna Christern

Seiten 26/27: Martin Aman

Seite 33: Harald Mizerovsky/fotolia

Seite 34, 35: Martin Wiczorrek

Seiten 36/37: Clemens Weidemann

Seiten 56/57, 71: Rüdiger Manig

Seite 61: Digitalpress/fotolia

Seiten 64/65: Felix Dietzsch

Seiten 72/73: Ulf Koehler

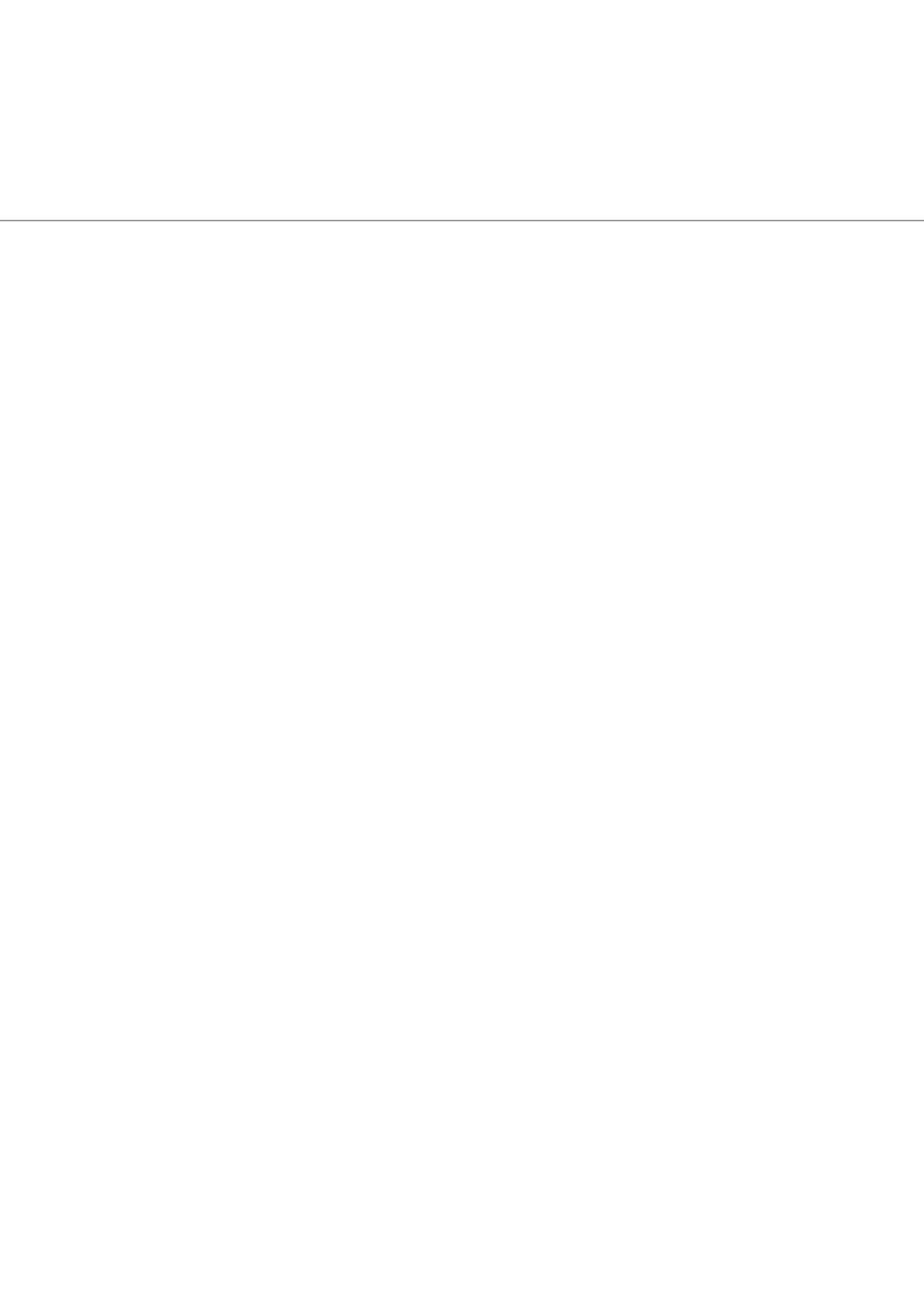
Seite 75: Hans-Richard Henkes

ISSN der Druck-Ausgabe: 1865-4487

ISSN der Online-Ausgabe: 2194-8291

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

Offenbach am Main 2018





Deutscher Wetterdienst

Abteilung Flugmeteorologie
Frankfurter Straße 135
63067 Offenbach am Main
Tel.: +49 (0) 69 / 80 62 - 20 65
E-Mail: luftfahrt@dwd.de
www.dwd.de/luftfahrt

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

