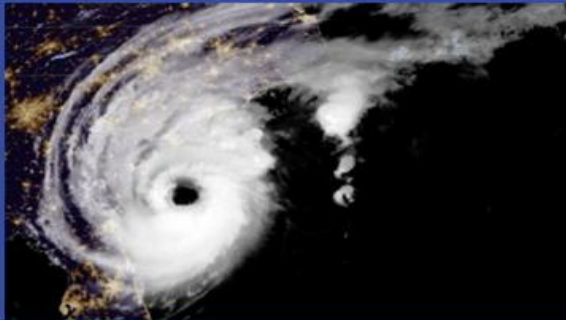


Jahresbericht 2019

Flugwetterdienst





▲ Satellitenbild von Hurrikan DORIAN, Atlantikküste der USA (31,9° N; 79,4° W), 05. 09. 2019, 05:44 a.m., © NOAA - <https://twitter.com/NWS/status/1169456214243233792>, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=81925447>

DORIAN - ein Hurrikan wie aus dem Lehrbuch

Ein Teil des Energieüberschusses der tropischen Atmosphäre wird in mächtigen Wirbelstürmen freigesetzt, die regelmäßig in der zweiten Jahreshälfte auftreten. DORIAN, der zweite Hurrikan der atlantischen Saison 2019, bildete sich Ende August infolge einer tropischen Wellenstörung über Westafrika, zog an den Flanken des Azorenhochs im weiten Bogen über den Atlantik um schließlich weit im Norden als außertropische Zyklone sein Ende zu finden. DORIAN verstärkte sich bis über die Hälfte seiner Lebensdauer, auf dem Höhepunkt seiner Entwicklung brachte er bei einem Kernluftdruck von 910 hPa Windgeschwindigkeiten von bis zu 295 km/h hervor.



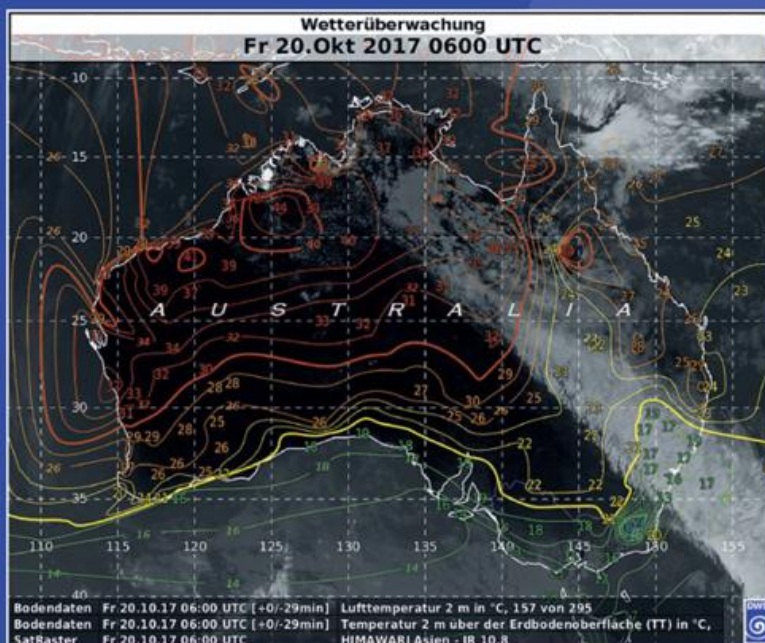
Flugwetterdienst des Deutschen Wetterdienstes vom BAF rezertifiziert

Die meteorologische Sicherung der zivilen Luftfahrt in Deutschland gehört zu den gesetzlichen Aufgaben des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Ohne entsprechende meteorologische Beratung darf kein Flugzeug starten. Neben dieser nationalen Rolle engagiert sich der DWD seit längerer Zeit auch im Rahmen der europäischen Initiative Single European Sky (SES). Seit 2007 ist der Flugwetterdienst des DWD für die Erbringung von flugmeteorologischen Dienstleistungen im einheitlichen europäischen Luftraum (SES) zertifiziert. Ende des vergangenen Jahres erneuerte das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) das Zertifikat. Mit der Rezertifizierung werden einerseits die langjährig hohe Qualität der Produkte und Dienstleistungen des DWD-Flugwetterdienstes belohnt, andererseits stellt der Deutsche Wetterdienst damit seine Zukunftsfähigkeit als Flugwetterdienst in Europa unter Beweis.



Ninjo - Tropen und Subtropen stets im Blick

Dank Ninjo ist der DWD in der Lage, Wetter und Klima weltweit zu überwachen und gerade in Zeiten des globalen Wandels potentiell gefährliche Situationen »im Auge zu behalten«.



◀ Ninjo-Anwendungsbeispiel:

Ein im infraroten Spektralbereich bei 10,8 µm durch den japanischen Wettersatelliten HIMAWARI 9 aufgenommenes Satellitenbild vom 20. 10. 2017, 06:00 Uhr UTC (14:00 Uhr Ortszeit). Außerdem sind auf ganze [°C] gerundete Temperaturen sowie Isothermen eingetragen. Im größten Teil Australiens ist es sonnig und heiß, über der Korallensee im Nordosten dagegen deutet die Bewölkung auf Reste eines tropischen Tiefdruckgebietes, welches zuvor an der Ostküste von Queensland ergiebige Regenfälle verursachte. Weiterhin liegt über dem Osten und Südosten des Kontinents das Wolkenband der Kaltfront einer außertropischen Zyklone, die mit der Westwinddrift der südlichen Breiten durchzog und staubedingt in den südlichen Australischen Alpen verbreitet Dauerregen brachte.

Podcast Flugsicherheit - Wenn Gewitter und Turbulenzen gefährlich werden

Gewitter, Vereisungen und Windscherungen sind nach wie vor die häufigsten meteorologischen Gründe für Flugzeugunglücke. Um den Luftverkehr sicherer zu machen, erforschen weltweit Wissenschaftler derartige Wettererscheinungen. Erfahrungen und Meinungen von Experten und Praktikern hören Sie im Deutschlandfunk-Podcast zum Thema »Flugsicherheit - Wenn Gewitter und Turbulenzen gefährlich werden«.

https://www.deutschlandfunkkultur.de/flugsicherheit-wenn-gewitter-und-turbulenzen-gefaehrlich.976.de.html?dram:article_id=465676

Der Flugwetterdienst auf einen Blick

Kennzahlen für den Flugwetterdienst		
Leistungsdaten	2018¹⁾	2019
Leistungsdaten IFR		
TAFs für deutsche Flughäfen	-	69.683
TREND-Vorhersagen	-	274.896
SIGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen	-	12.263
Leistungsdaten VFR		
Low-Level-Flugwettervorhersage (GAFOR, GAMET)	-	10.287
Flugwetterübersichten/3-Tage Prognosen	-	14.293
Mündliche Flugwetterberatungen	-	28.866
Leistungsdaten Spezialdienste		
Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen	-	21.582
Spezialvorhersagen für Flugsicherung	-	5.840
Spezialvorhersagen für die Flughäfen	-	116.351
Kostendaten		
Gesamtkosten FWD (Tsd. EUR)	15.612	18.253
Gesamtkosten IFR (Tsd. EUR)	14.097	16.482
An-, Abflug (Tsd. EUR)	3.387	4.323
Strecke (Tsd. EUR)	10.710	12.159
Gesamtkosten VFR (Tsd. EUR)	1.514	1.771
Anteil Direct Costs an DWD Direct Costs (%)	17,5	17,5
Qualitätskennzahlen (%)		
Korrektheit TAFs in der Flugwettervorhersage	99,9	100
Selbfbriefing-Systeme »Bearbeitungsdauer Supportanfragen < 7 Tage«	99,3	99,5
Kundenzufriedenheit individuelle Flugwetterberatung	99,54	99,94
Kennzahlen für Produktivität/Wirtschaftlichkeit für FWD/IFR		
Service Units (Tsd.) ²⁾	16.406	16.625
Mitarbeiterproduktivität (Stunden IFR/Service Unit)	0,01	0,01
Wirtschaftlichkeit (Service Unit Costs) (Vollkosten IFR/Service Unit)	0,9	1,0
Vollzeitäquivalent		
des Flugwetterdienstes (abrechenbarer Anteil nach Direct Costs)	89	95
1) Die Leistungsdaten IFR, VFR und Spezialdienste sind wetterabhängig, daher ist ein Vorjahresvergleich nicht sinnvoll.		
2) nach Angaben der Deutschen Flugsicherung		
Kennzahlen zu Umsatz und Jahresabschluss DWD gesamt		
	2018	2019
Umsatz (Tsd. EUR)	28.332	26.069
Bilanzsumme (Tsd. EUR)	774.254	888.682
Cash-Flow (Finanzmittelsaldo, in Tsd. EUR)	-329.006	-356.207
Investitionen (Tsd. EUR)	105.309	129.802
Abschreibungen auf Anlagevermögen (Tsd. EUR)	35.329	27.719
Kostendaten		
Gesamtkosten DWD (Tsd. EUR)	343.330	356.952
Anteil Core Costs (%)	77	75
Anteil Direct Costs (%)	23	25

Jahresbericht 2019
Flugwetterdienst



Ein Wort vorab

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) ist eine Bundesoberbehörde mit Sitz in Offenbach am Main, der als teilrechtsfähigen Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) die Funktion des nationalen Dienstleisters der Bundesrepublik Deutschland für Wetter und Klima obliegt. Laut Wetterdienstgesetz (DWDG) gehört zu den Aufgaben des DWD die meteorologische Sicherung der zivilen Luftfahrt, wobei weitere Gesetze (z. B. LuftVG) zu beachten und internationale Standards (ICAO, WMO) einzuhalten sind. Um all dem gerecht zu werden, hat der DWD schon vor geraumer Zeit innerhalb seiner Strukturen einen ISO-zertifizierten Flugwetterdienst etabliert, der ein umfangreiches Leistungsprogramm für Luftfahrtkunden anbietet.

Der DWD entwickelt innovative Verfahren unter Nutzung neuester Fernerkundungsmethoden zur Verbesserung der globalen Wetterbeobachtung, zur Datenerfassung und Datenverteilung. Vor allem im Bereich der Vorhersage korrespondieren Fortschritte in der EDV mit erhöhter Leistungsfähigkeit der numerischen Modelle (lokal und global) sowie der meteorologischen Auswertelgorithmen und visuellen Darstellungsmöglichkeiten. Damit trägt der DWD sowohl am Airport als auch en-route zur besseren Ausnutzung der Verkehrsräume bei, was sich in höherer Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs bei verringerter Umweltbelastung auszahlt.



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

Neben seiner nationalen Rolle in der Bundesrepublik engagiert sich der Deutsche Wetterdienst als Met Provider weiterhin stark bei der Konsolidierung der europäischen Lufträume im Rahmen der Initiative Single European Sky (SES) sowie gemeinsam mit verschiedenen europäischen Partnern bei der Harmonisierung meteorologischer Produkte innerhalb des EU-Forschungsvorhabens SESAR. Mit der erneuten Zertifizierung seiner flugmeteorologischen Dienstleistungen durch das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung Ende 2019 stellte der DWD-Flugwetterdienst einmal mehr seine hohe fachliche Kompetenz bei der meteorologischen Überwachung des Luftraumes und Sicherstellung des deutschen und europäischen Luftverkehrs unter Beweis. Nur in der Kombination von wissenschaftlich-technischen Fortschritt mit unbedingtem Qualitätsanspruch wird es zukünftig möglich sein, zum Wohle unserer Wirtschaft und Gesellschaft und unter Beachtung höchster Standards in Sicherheit und Umweltschutz, die Leistung, Pünktlichkeit und Wirtschaftlichkeit des gesamten nationalen und internationalen Luftverkehrssystems weiter zu erhöhen. Wie sich der DWD und sein Flugwetterdienst diesen Herausforderungen stellen, erfahren Sie bei der Lektüre dieser Publikation.

Ihr

A handwritten signature in blue ink that reads "Gerhard Adrian". The signature is fluid and cursive.

Gerhard Adrian



Luftfahrt in den Tropen und Subtropen

Flüge in den Tropen/Subtropen weisen Besonderheiten auf: Sichtbehinderungen durch Nebel oder tiefe Wolken sind selten, allerdings können in ariden Gebieten Sandstürme den Flugbetrieb gefährden. Turbulenzen über dem Festland sind thermischer Natur, dagegen entstehen dynamische Turbulenzen in großer Höhe nahe der Jetstreams. Im Bereich der Innertropischen Konvergenzzone (ITCZ) ist mit hoch reichender Konvektion und organisierten Gewitterstrukturen zu rechnen, die – wie auch tropische Wirbelstürme wie der auf dem Titel abgebildete Hurrikan Dorian – alle bekannten Wettergefahren der Luftfahrt in sich bergen. Schließlich sollte beachtet werden, dass hoch gelegene Flugplätze sowie hohe Temperatur und Luftfeuchte die Flugleistungen herabsetzen.



Inhalt

1	Rahmenbedingungen	8
2	DWD-Flugwetterdienst	14
3	Kundendienstleistungen	24
4	Innovation und Entwicklung	38
5	Leistungs- und Qualitätskennzahlen	52
6	Finanzergebnisse	62
7	Ausblick	70
	Abkürzungsverzeichnis und Glossar	72
	Impressum	76



Entebbe Int. Airport, Uganda (HUEN; 00,04° N; 32,44° E; 1153 m MSL),
Startvorbereitung einer C-17 Globemaster früh morgens, ©Staff Sgt. Ryan Crane, USAF -
<https://www.dvidshub.net/image/1154652>,
Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40284494>, 23. 01. 2014.

Heute Nachmittag Regen?

Entebbe ist bei mittleren Jahresniederschlägen von ca. 1500 L/m² der feuchteste Ort in Uganda. Ursache dafür ist, dass die sich über dem nahen Victoriasee bildenden Gewittercluster kaum weiterziehen, sondern meist vor Ort wieder abregnen. Das Klima am Äquator ist ganzjährig feucht-warm, wobei sich im langjährigen Durchschnitt eine Hauptregenperiode von März bis Mai und ein schwächeres Maximum im November/Dezember ausprägen. Häufig haben die gewittrigen Schauer einen ausgeprägten Tagesgang mit Schwerpunkt am Nachmittag. An diesem Januar-morgen, kurz vor Sonnenaufgang, stehen noch die mächtigen Quellwolken vom Vortage am Horizont.

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 (DWDG)**, 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 Annex 3 der ICAO ist.

Die International Civil Aviation Organization (**ICAO**), ebenfalls eine 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 sollen.

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«) 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⁾

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 Flugverkehrsmanagements 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



◀ Airbus A320-200 am Aéroport Al Massira in Agadir, Marokko

übertragen und damit in unmittelbar geltende Rechtsvorschriften auf EU-Ebene überführt worden. Die 2004 zuerst veröffentlichten Basisverordnungen zum SES sind für sämtliche Flugsicherungsdienstleister in Europa verbindlich und werden laufend überarbeitet und ergänzt. Der DWD ist gemäß Verordnung (EG) Nr. 550/2004²⁾ als Flugsicherungsdienst für Deutschland zertifiziert und benannt.

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

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 European Union Aviation Safety Agency (**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 Flugsicherungsdienste. Die Dokumentation folgt dabei den Vorgaben des Qualitätsmanagementsystems des DWD.

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 Nationale und internationale Zusammenarbeit

10

Auf nationaler Ebene unterhält der DWD bilaterale Kooperationen mit verschiedenen Forschungseinrichtungen. So besteht beispielsweise eine langjährige, enge Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (**DLR**), dem Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität Hannover (**IMuK**) und dem Institut für Meteorologie der Universität Bonn.

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**).

Das Voranbringen innovativer Ansätze und die Konformität der nationalen Vorgaben mit internationalen Vorgaben und Standards ist uns sehr wichtig, weshalb wir kontinuierlich und in für den Flugwetterdienst relevanten internationalen Arbeitsgruppen und Gremien vertreten sind und dort 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), in **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 als seine Stellvertreterin nominiert worden und ist seit 2016 Vorsitzende der europäischen Meteorological Group (**METG**) mit Vertretern aus 56 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 europäische Regionalgruppe der ICAO, die **ICAO EUR/NAT**, führt alljährlich eine Übung zur Ausbreitung von Vulkanasche (engl. Abkürzung **VOLCEX**) nach einer fiktiven Vulkaneruption durch, um anhand von wechselnden Szenarien Flugwetterdienste und Flugsicherungsorganisationen technisch und organisatorisch praxisnah auf mögliche Vulkanausbrüche vorzubereiten. Das Volcanic Ash Advisory Center (**VAAC**) London initiiert und koordiniert diese Übungen, so dass gemeinsam mit den Nachbarländern Warnungen für die betroffenen europäischen Lufträume ausgegeben werden können. Der DWD hat auch 2019 mit seiner Vulkanasche Task-Force an der mit Schwerpunkt in Italien stattgefundenen Übung teilgenommen, dabei wurde ein luftfahrtgefährdender Ausbruch des Vesuvs trainiert.

Im Rahmen des Zusammenschlusses von 31 europäischen Wetterdiensten (**EUMETNET**) ist der DWD in der **AVIMET**-Arbeitsgruppe von EUMETNET sowie im EUMETNET Leitungsgremium, der **AVAC**, vertreten. Weiterhin arbeitet der DWD über EUMETNET aktiv in SES-Projekten mit. Hier gilt es, den DWD adäquat im europäischen Wettbewerb zur Gestaltung des europäischen Luftraums mit standardisierten MET-Produkten zu positionieren, wozu auch die meteorologische Versorgung der **EUROCONTROL** in Kooperation mit mehreren

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

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	Abgesandte 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	AVAC, AVIMET SESAR Projekte Advisory Group ATM/ANS.TEC
DACH-Kooperation	Steuerungsgruppe DACH Operations Group DACH-MWO
MET Alliance	Steering Committee und Board Projekte: TAF- und Trend-Verifikation, AutoMETAR, MOS/TAF-Guidance, KPI, Common Regulations

europäischen Flugwetterdiensten gehört. In einer flugmeteorologischen Fachgruppe der EASA bringt sich der DWD bei der Erstellung von europäischen Regularien ein.

Seit 2006 arbeitet die Abteilung Flugmeteorologie des DWD sehr eng mit den Flugwetterdiensten Österreichs (A) und der Schweiz (CH) in der sog. **DACH-Kooperation** zusammen. Ziel ist hier insbesondere, den operationellen Betrieb aller drei Länder zu harmonisieren und zu optimieren. Diese Zusammenarbeit im Rahmen des Projektes »**DACH-MWO**« wurde 2019 fortgeführt.

Neben der DACH-Kooperation haben sich die flugmeteorologischen Dienste von neun mitteleuropäischen Ländern (Belgien, Deutschland, Frankreich, Irland, Kroatien, Luxemburg, Niederlande, Österreich und Schweiz) zur »**MET Alliance**« zusammengefunden, um die weitere grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu fördern und die Qualität der meteorologischen Dienstleistungen zu verbessern.

Internationale Zusammenarbeit ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Aufgabenspektrums im DWD, nicht nur im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, sondern auch bei betrieblichen Aufgaben in der alltäglichen Praxis. Mit dem Programm »In die Welt für DWD-Know-how« bietet die DWD-Stabstelle Internationale Angelegenheiten (**INT**) auch weiterhin interessierten Kollegen an, ein zeitlich befristetes Engagement bei einem Kooperationspartner im internationalen Bereich zum Erfahrungsaustausch zu nutzen.



Wolkenbruch am Flughafen Bogotá (Aeropuerto Internacional El Dorado; SKBO; 04,70° N; 74,15° W; 2549 m MSL), 16. Mai 2012, ©Idaligomezmartinez - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21779298>

»Wolkenbruch« über El Dorado

Klimatische Extreme entstehen in exponierten geographischen Situationen, andererseits können sich extreme Lagebedingungen in ihren Resultaten kompensieren, so dass in der Folge ein gemäßigtes Milieu anzutreffen ist. Beispielsweise liegt die kolumbianische Hauptstadt Bogotá in Äquatornähe, wo bei hohem Sonnenstand große Beträge solarer Energie empfangen werden, andererseits sorgt eine Ortshöhe von über 2500 m dafür, dass Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht zu sehr steigen. Im langjährigen Mittel fallen an 185 Regentagen im Jahr 799 mm Niederschlag, im Frühling und im Herbst prägen sich schwache Regenzeiten aus.



2 DWD-Flugwetterdienst

2.1 Organisation DWD gesamt und Flugwetterdienst

14

Deutscher Wetterdienst Vorstand und Organisation



Prof. Dr. Gerhard Adrian
Präsident



Prof. Dr. Sarah C. Jones
Vorstandsmitglied



Tobias Fuchs
Vorstandsmitglied

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 Agarmeteorologie</p> <p>Abteilung KU 4 Hydrometeorologie</p> <p>Referat KU VL Vertriebsleitung</p>

Stand 31. Dezember 2019

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

Die Abteilung Flugmeteorologie ist dem Geschäftsbereich Wettervorhersage (WV) zugeordnet. Meteorologische und technische Weiterentwicklungen der Messtechnik und der IT-Infra-



Norbert Wetter
Vizepräsident



Klaus-Jürgen Schreiber
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

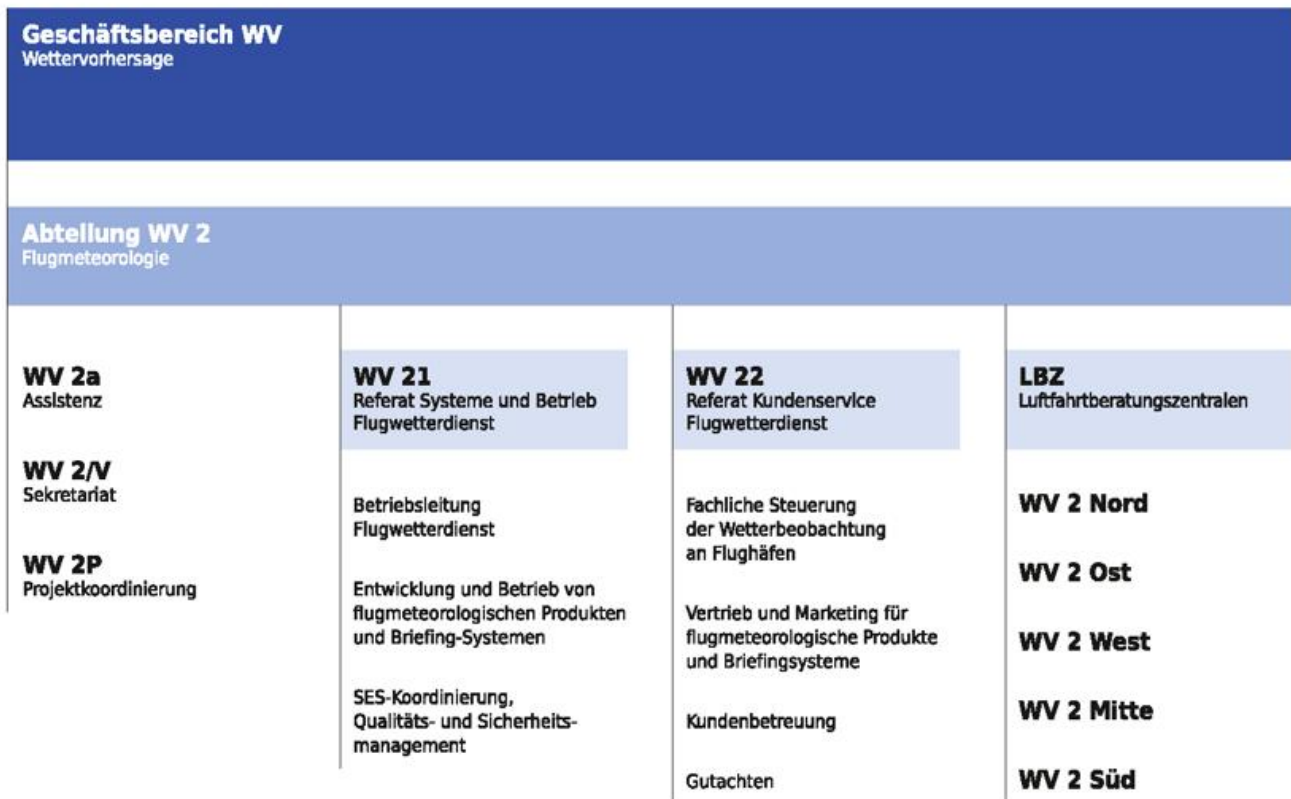
Abteilung WV 2
Flugmeteorologie

Referat PB FB
Fachinformationsstelle und
Deutsche Meteorologische Bibliothek

Abteilung TI 3
Service und Logistik

struktur verantwortet der Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb (TI), wissenschaftliche Grundlagen liefert der Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung (FE), Ver-

waltung und Controlling werden durch den Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft (PB) sichergestellt.

Organisation der Abteilung Flugmeteorologie


Stand 31. Dezember 2019

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
- ▶ Durchführung des Warndienstes an der LBZ Mitte (Meteorological Watch Office)
- ▶ 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 DFS Deutschen Flugsicherung GmbH mit speziellen Flugwetterinformationen

2 DWD-Flugwetterdienst

2.2 Personal und Personalentwicklungen

18



▲ Alltag an der LFBZ Frankfurt

Personalkosten und Mitarbeiterproduktivität

Die Leistungen des DWD, die im Jahr 2019 den Luftfahrtnutzern angeboten wurden, sind in der Tabelle auf Seite 19 oben 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 2019 aus 272 VZÄ gegenüber 2018 mit 276 VZÄ. Der abrechenbare Anteil nach Direct

Costs betrug für das Jahr 2019 95 VZÄ. Diese lagen für das Abrechnungsjahr 2019 bei 149.018 Stunden. Davon abrechnungsfähig gegenüber den Luftfahrtkunden sind die mit dem Instrumentenfluganteil (IFR) zusammenhängenden 134.563 Stunden im Jahr 2019. Werden diese abrechenbare 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 guten Konjunkturlage und des steigenden Wirtschaftsaufkommens in Deutschland stieg die Anzahl der Service Units im Jahr 2019 auf 16.624.716 Units

1) Quelle: DFS

Leistungen des DWD für Luftfahrtnutzer 2019	
Art der Leistung	Anteil (in % der geleisteten Arbeitszeiten)
Interne Leistungen für den FWD	51,4
Spezialdienstleistungen (auf Kundenanforderung)	3,5
Leistungen des Flugwetterdienstes	45,1
davon	
FWD Daten und Produkte	0,5
FWD Vorhersagen	25,2
FWD Warnungen	0,6
FWD Bereitstellung/Vertrieb	0,3
FWD Beratung/Information	4,7
Andere LF-Leistungen	10,1
FWD Projekte	3,6

an. Damit ergibt sich für 2019 ein durchschnittlicher Betriebsaufwand des Flugwetterdienstes von 0,01 Stunden pro Service Unit.

Personalgewinnung und -entwicklung

Unsere Mitarbeiter in der praktischen Wettervorhersage arbeiten im Wechselschichtdienst, sind größtenteils Beamte des gehobenen naturwissenschaftlichen Dienstes des Bundes und seit geraumer Zeit für die Vorhersage- und Beratungstätigkeit sowohl im Land-See-Wetterdienst als auch im Flugwetterdienst qualifiziert und zertifiziert. Gerade im Flugwetterdienst erfordern altersbedingte Abgänge sowie Bewerbungen von Kollegen auf andere Dienstposten innerhalb des DWD eine kontinuierliche Zuführung neuen Personals. Dank aufmerksamen Monitorings der Personalsituation durch die Abteilungsleitung Flugmeteorologie im engen Zusammenwirken mit dem Personalmanagement des DWD können sich abzeichnende, negative Entwicklungen in diesem Sektor rechtzeitig erkannt und so Personalengpässe und die damit einhergehenden übermäßigen Belastungen der verbleibenden Kollegen stark reduziert oder vermieden werden. So wurden auch 2019 Stellen für die Laufbahn des gehobenen Dienstes ausgeschrieben, zum einen für das Studium an der Hochschule des Bundes (Fachbereich Wetterdienst), zum anderen für »fertige« Absolventen des an verschiedenen deutschen Universitäten angebotenen Bachelorstudienganges der Meteorologie.

Ermittlung der Mitarbeiterproduktivität für den Bereich FWD-IFR	2018	2019
Direkte Arbeitsstunden auf FWD-Kostenträger	149.552 ²⁾	149.018
davon Arbeitsstunden für IFR (ca. 90 %)	135.045	134.563
Service Units³⁾ (in Tsd.)	16.406	16.625
Mitarbeiterproduktivität für FWD-IFR (in Stunden/Service Unit)	0,01	0,01

2) direkte und verrechnete Arbeitsstunden (siehe Text)

3) Quelle: Deutsche Flugsicherung



▲ Messfeld und Flugwetterwarte Frankfurt

Während beim Auswahlverfahren für die Hochschule des Bundes, Fachbereich Wetterdienst, in Langen (Hessen), genügend Bewerber eingestellt werden konnten, gestaltete sich die Gewinnung im Grunde eigentlich berufsqualifizierter Bachelors der Meteorologie insofern schwierig, dass Anzahl und Qualität der Bewerber nicht überzeugen konn-

ten. Daher wurden erneut an verschiedenen Universitäten Werbekampagnen und zum Jahresende 2019 weitere Stellenausschreibungen durchgeführt, mit der berechtigten Hoffnung, 2020 einen Lizenzierungskurs für die Bereiche Land-See-Wetterdienst und Flugwetterdienst für Bachelors of Science der Meteorologie anbieten zu können.

2019 wurde in diesem Ausbildungszweig an der Hochschule des Bundes bereits ein Kursus für Wetterberater mit sechs 2018 eingestellten Teilnehmern erfolgreich abgeschlossen. Außerdem haben im Herbst 2019 neun Studenten des Lehrgangs FH 37 ihre Diplomprüfungen erfolgreich bestanden. Vier der Absolventen, darunter ein Aufsteiger aus dem mittleren Wetterdienst, waren für eine Verwendung im DWD vorgesehen, fünf Kollegen wurden für den Dienst im Geoinformationswesen der Bundeswehr ausgebildet. Die Diplomprüfung ist der Abschluss des dreijährigen Studienganges der Meteorologie im Fachbereich Wetterdienst an der Hochschule des Bundes für öffentliche Verwaltung (HS Bund) und gleichzeitig der Abschluss des Vorbereitungsdienstes für den gehobenen naturwissenschaftlichen Dienst des Bundes.

Zur Pflege und Weiterentwicklung der Vorhersage- und Beratungskompetenzen bzw. dem Erhalt der flugmeteorologischen Beraterlizenz werden neue Methoden der Fortbildung erprobt und durchgeführt. Neben einer Zunahme an Online-Veranstaltungen und Webinaren wurde am Bildungs- und Tagungszentrum des DWD in Langen im Oktober 2019 erstmals ein neues Format von Präsenzseminaren mit starker flugmeteorologischer Fixierung angeboten. Gegenüber anderen, derartigen Veranstaltungen zeichnet es sich durch eine intensive Nutzung des vom DWD mit internationalen Partnern entwickelten meteorologischen Produktions- und Visualisierungssystems NinJo aus. Alle Teilnehmer sitzen vor eigenen, leistungsfähigen NinJo-Workstations, die im Multitasking-Multiuser-Betrieb beispielsweise Wetterlagen-simulationen/-diskussionen gestatten sowie die Vorführung multimedialer Präsentationen oder von Lehrfilmen ermöglichen.



Abfertigung einer U-28A am Aéroport International Diori Hamani de Niamey
(Niger, DRRN; 13,48° N; 02,18° E; 233 m MSL), 24. Dezember 2012, 18:57 Uhr (West Africa Time),
©Sputniktilt - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23860791>



Meistens staubtrocken

Im Bereich der subtropischen Hochdruckgürtel Afrikas herrscht Wüsten- oder Steppenklima, meist ist es heiß und trocken. Je weiter südwärts man jedoch gelangt, desto stärker macht sich innerhalb der Sahelzone im nordhemisphärischen Sommer der Einfluss des Westafrikanischen Monsuns und der damit verbundenen Regenzeit bemerkbar. Sie dauert im Süden Nigers von Mai bis Oktober und bringt gewöhnlich an 30 bis 55 Regentagen Jahresniederschläge zwischen etwa 400 und 750 mm. Im trockenen Winterhalbjahr ist der Himmel häufig vom Staub getrübt, den der von der Sahara her wehende Harmattan aufgewirbelt hat.

3 Kundendienstleistungen

3.1 Kunden und Leistungen

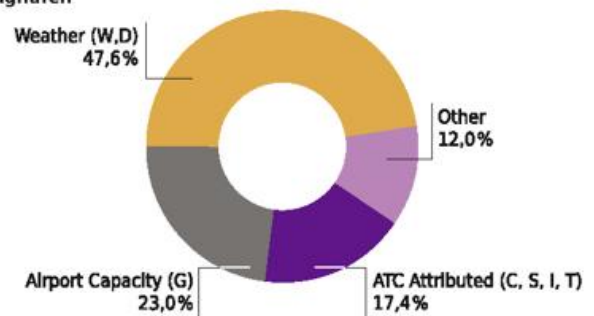
24

Flugwetterdienstliche Leistungen sind integraler Bestandteil des Luftverkehrssystems und leisten einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der SES-Leistungsziele Flugsicherheit, Umweltschutz, Luftverkehrskapazität und Kosteneffizienz. Gemäß LuftVG ist der Deutsche Wetterdienst verpflichtet, Flugwetterberatungs- und Flugwetterbetriebsdienste bereitzustellen und die dafür erforderlichen technischen Einrichtungen, Forschungen und Entwicklungen zu betreiben.

Die Notwendigkeit, meteorologische Dienstleistungen für die Luftfahrt zu erbringen, wird auch für das Berichtsjahr eindrucksvoll durch den Performance Review Report (PRR 2019) von EUROCONTROL belegt. Demnach liegen die Flugverspätungen sowohl »am Flughafen« als auch »auf der Strecke« bei insgesamt 23,8 Millionen Minuten, was einer Reduzierung gegenüber dem Vorjahr von 6,3 % entspricht. Die streckenseitigen Verspätungen gingen um 9 % auf 17,2 Millionen Minuten zurück, obwohl der Luftverkehr um 0,8 % zugenommen hat. Der Hauptteil der En-Route-Verspätungen von 43,9 % wurde durch Überlastungen der Flugsicherungsorganisationen verursacht, gefolgt von 24,3 % durch Personaleng-

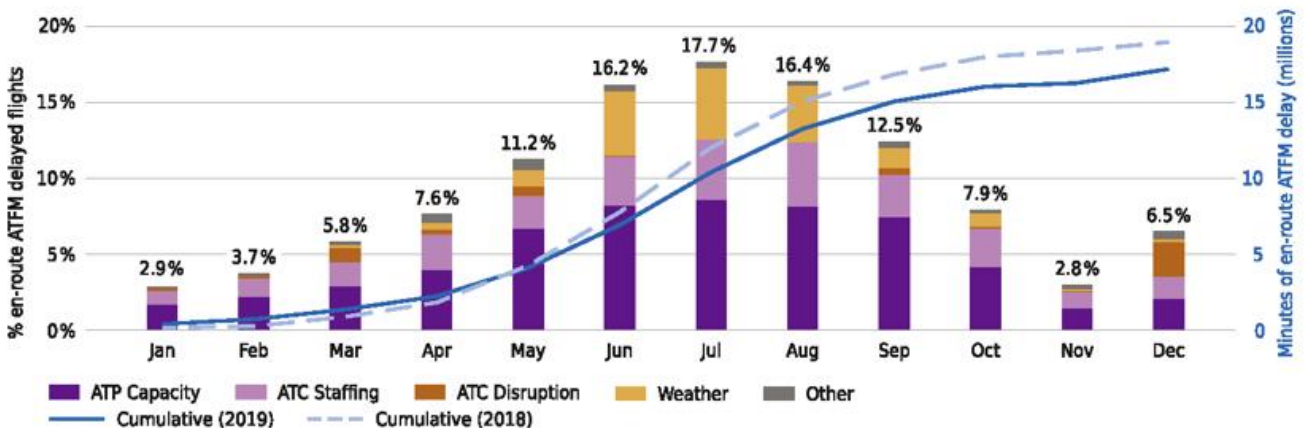
pässe bei den Fluglotsen, 21,2 % durch ungünstige Wetterbedingungen während des Fluges und 7,2 % durch irreguläre Unterbrechungen des Air Traffic Managements (z. B. Streiks). Wie man der Jahresverteilung im Diagramm entnehmen kann, treten die meisten Verspätungen im Air Traffic Flow Management (ATFM) während des Sommers auf, wenn sich die hauptsächlichen Verspätungsursachen überlagern (hohe Auslastung durch zusätzliche Charterflüge plus verringerte ATC-Personalreserve in den Schulferien plus Gewittersaison).

Prozentuale Verteilung von Verspätungsursachen bei der Ankunft, gemittelt über die 30 größten europäischen Verkehrsflughäfen



Quelle: EUROCONTROL, Performance Review Report 2019 (PRR 2019)

En-route-Verspätungen: Ursachen im Jahresverlauf 2019 (in Minuten) und kumulierte Verspätungsminuten 2018 und 2019 (in Mio)



Quelle: EUROCONTROL, Performance Review Report 2019 (PRR 2019)

Laut EUROCONTROL erhöhte sich 2019 an den 30 größten europäischen Airports die Anzahl der Flugbewegungen (Ankünfte und Abflüge) um 1,7 %, was im Mittel 379 zusätzlichen Flugbewegungen pro Tag entspricht. Dabei verspäteten sich 6,1 % aller Ankünfte, das sind 0,1 Prozentpunkte mehr als 2018. Mit 47,6 % trugen ungünstige Wetterverhältnisse zu den Verspätungen bei, das sind 7,3 Prozentpunkte weniger als 2018.

Die Luftfahrt zählt zu einem der weltweit wichtigsten Verkehrszweige. Da für eine Vielzahl an Flugverspätungen schlechtes Wetter als Ursache genannt wird, ist die zuverlässige und hochwertige Erbringung von Flugwetterdienstleistungen nicht nur en-route, sondern auch an den Flughäfen essentiell. Deshalb umfassen die Aufgaben und die Verantwortung des Flugwetterdienstes u. a.

- ▶ die Wetterüberwachung,
- ▶ die Warnung vor Wettererscheinungen mit Auswirkungen auf den An- und Abflug sowie auf den Rollverkehr,
- ▶ die Warnung vor fluggefährdenden Wetterereignissen auf der Strecke,
- ▶ die Bereitstellung von standardisierten Flugwettervorhersagen, die individuelle Flugwetterberatung,
- ▶ die Sammlung und die Bereitstellung flugklimatologischer Daten und Statistiken.

Das Leistungsangebot des Deutschen Wetterdienstes für den internationalen und nationalen Luftverkehr wird kontinuierlich an die internationalen und nationalen Gesetze, Regeln und Vorgaben angepasst und berücksichtigt selbstverständlich auch zusätzliche Kundenanforderungen. Wir versorgen und betreuen verschiedene Bereiche der kommerziellen zivilen und allgemeinen Luftfahrt.

Zu den Kundengruppen der Abteilung Flugmeteorologie zählen

- ▶ Verkehrsluftfahrt,
- ▶ Allgemeine Luftfahrt und Sportluftfahrt,
- ▶ Flugsicherungsorganisationen, wie z. B. Deutsche

- Flugsicherung (DFS) und EUROCONTROL,
- ▶ Deutsche Flughäfen und ihre Dienstleister,
- ▶ Fliegende Einheiten von Polizei, Rettungsdiensten und des Katastrophenschutzes,
- ▶ Luftfahrtverbände und -vereine,
- ▶ Flugschulen,
- ▶ Flugmodelle und unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS),
- ▶ Luftfahrtbehörden.

Alle materiellen und immateriellen Dienstleistungen, die der DWD für die Luftfahrt bereitstellt, werden in einem Leistungskatalog Flugwetterdienst geführt und dem BMVI regelmäßig vorgelegt. Die deutschen Zivilflughäfen werden in Abhängigkeit des Flugbetriebes und der An- und Abflugverfahren gemäß der vom BAF herausgegebenen »Richtlinie zur Durchführung von Flugwetterdiensten an Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb« in die vier verschiedenen MET Kategorien MET I - MET IV eingeteilt. Im Berichtsjahr 2019 gehörten 41 Flugplätze zu den Kategorien I bis III, für die der DWD Flugwetterbetriebsdienste leistet.

In der Tabelle auf Seite 26 sind die Aufgaben und Leistungen für die verschiedenen Luftfahrtkundengruppen zusammengestellt. Sie werden über die von DFS und EUROCONTROL eingezogenen Gebühren für den Instrumentenflug (An-/Abflug plus Streckenflug) sowie über die Bundesmittel für den Sichtflug abgerechnet. Näheres kann Kapitel 6 ab Seite 62 entnommen werden. Weitere vom DWD angebotene, entgeltpflichtige Leistungen zeigt die Tabelle auf Seite 26 unten.

Die Versorgung unserer Kunden mit flugmeteorologischen Daten, Produkten und Dienstleistungen erfolgt sowohl dezentral durch die Luftfahrtberatungszentralen und dem Meteorological Watch Office Frankfurt (LBZ Mitte) bzw. zentral aus der DWD-Zentrale in Offenbach. Weitere Informationen zur Kundenversorgung können Sie in Kapitel 3.2 ab Seite 27 nachlesen.

Aufgaben und Anzahl erstellter Leistungen des DWD zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt im Jahr 2019	
Leistungen	Anzahl 2019
Meteorologische Dienstleistungen für die IFR-Luftfahrt	
Mündliche Flugwetterberatungen	1.883
TAFs für deutsche Flughäfen	69.683
Trend-Vorhersagen	274.896
METAR (nur MET I)	284.361
SPECI (nur MET I)	37.698
SIGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen, Windscherwarnungen ¹⁾	12.263
GAFOR-Gebietwarnungen	25.086
AIREP/PIREP	1.284
Low-Level Significant Weather Charts (pro Tag werden 6 Fix Time Charts und 6 Outlook Charts erstellt)	4.380
Flugwetterübersichten / 3 Tage Prognosen	14.293
Meteorologische Dienstleistungen ausschließlich für die VFR-Luftfahrt	
Vorhersagen für Low-Level-Flüge (GAFOR)	10.287
Mündliche Flugwetterberatungen (nur VFR)	28.866
Meteorologische Dienstleistungen für Rettungsdienste, Flugsicherung und Flughäfen	
Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen	21.582
Spezialvorhersagen für die Flugsicherung (Höhenwindprognose)	5.840
Spezialvorhersagen für Flughäfen und Air Traffic Management (Flughafenvorhersagen, Winterdienst, ATM-Beratungen)	116.351
Selbbriefingdienste für die zivile Luftfahrt (IFR und VFR), Flughäfen und Luftfahrt Dienstleister	
Kunden des Selbstbriefingssystems pc_met Internet Service	14.777
Telefax, Ansagedienste	620
1) wetterabhängige Leistungen	
Umsätze aus Spezialdienstleistungen zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt 2019 (in EUR)	
Projektgruppe	(EUR)
Selbbriefingssysteme (pc_met u. a.)	892.740
Flugmeteorologische Gutachten und Auskünfte	19.092
Meteorologische Betreuung der Regionalflugplätze einschließlich Ausbildung des Personals	193.181
Mehrwertdienste (individuelle mündliche Flugwetterberatungen, IFR-Fax, TAF-Guidance und abgeleitete Produkte)	73.933
Erstellung/Bereitstellung flugmeteorologischer Informationen für Flughäfen und Service-Provider	63.864
Sonstiges (Lehrfilme für die Pilotenaus-/fortbildung, Flugwetterseminare für Piloten etc.)	11.758
Umsatz Spezialdienstleistungen gesamt	1.254.568

3 Kundendienstleistungen

3.2 Kundenversorgung mit Flugwetter

Die Versorgung der Kunden mit flugmeteorologischen Informationen erfolgt über verschiedene Vertriebswege. Dabei werden die Richtlinien des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik beachtet, d. h. die übermittelten Flugwetterinformationen werden in ihren Grundwerten Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit angemessen geschützt.

Der konkrete Übertragungsweg richtet sich in Abstimmung mit dem Kunden nach der Art der Daten und Produkte. So muss z. B. die Versendung bzw. Übermittlung von Warnungen aktiv durch den DWD erfolgen, etwa telefonisch oder über E-Mail, während die Lieferung regelmäßig erstellter Produkte, wie beispielsweise Modelldaten oder Radarbilder, auf passivem Modus über einen Datenserver oder ein Briefing-Portal erfolgen kann.

Der DWD betreibt einen gesicherten Datenserver (data.dwd.de), der den Abruf von Informationen über die Protokolle HTTPS und SFTP anbietet und dessen Kunden sich mit Benutzername und Passwort authentifizieren. Flugwetterinformationen werden außerdem über die Briefing-Portale, via E-Mail, per Push-Service auf einen Kundenserver oder über einen Geowebserver zur Verfügung gestellt.

Die Tower-Lotsen der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) an den Verkehrsflughäfen benötigen zeitnah Messwerte der dort aktuellen meteorologischen Parameter und erhalten diese wichtigen Daten über direkte Modemstrecken. Dazu dient im DWD seit geraumer Zeit das sog. ASDUV (Automatisches System zur Datenerhebung und -verbreitung), bestehend aus verschiedenen Sensoren auf dem Flugplatz in unmittelbarer Nähe des Start-Landebahnsystems (u. a. Wind, Sichtweite, Luftdruck, Temperatur, Feuchte, Wolkenhöhe) und entsprechender Rechentechnik zur Auswertung und visuellen Darstellung der gemessenen Wetterparameter sowie zur Erstellung von Wettermeldungen und Datentelegrammen für die DFS. Auch die Center-Lotsen

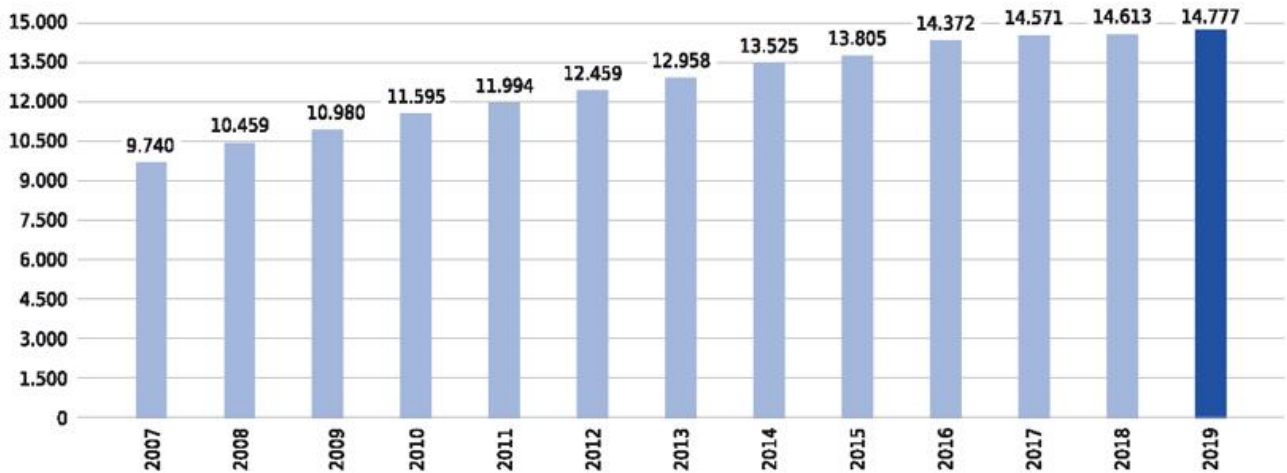
erhalten meteorologische Daten vom DWD. Diese werden von einem speziellen Datenserver über eine abgesicherte und redundant ausgelegte Datenleitung aus der Zentrale des DWD an die Zentrale der DFS in Langen geschickt. Über den Geoserver des DWD werden bereits die Produkte NowcastMIX-Aviation und NowcastMIX-Winterwetter angeboten. Weitere derartige Dienste folgen in den kommenden Jahren.

Wichtig für die Verkehrsluftfahrt sind auch Daten- und Navigationsprovider, die dem Luftfahrtnutzer anwendungsbezogene IT-Systeme zur Verfügung stellen. Alle Prozesse der Flugplanung und Navigation müssen digital miteinander dynamisch verbunden werden. Dank moderner Technik (Systeme/Apps) können Papierkarten abgelöst und alle Wetter-, Luftraum- und Verkehrsinformationen digital dargestellt werden. Für eine optimale und sichere Navigation werden hochwertige, aktuelle und weltweit verfügbare Daten benötigt, die Datenversorgung durch den Deutschen Wetterdienst erfolgt hauptsächlich über Datenserver und GeoWebServer. So können bereits jetzt Turbulenzdaten und zukünftig auch Vereisungs- und NowcastMIX-Daten bereitgestellt werden.

Von besonderer Bedeutung sind die Bereitstellung von Flugwetterinformationen durch die Luftfahrtberatungszentralen in Form von regelmäßigen und situativen Wetterbriefings (telefonisch oder persönlich) für die Verkehrsluftfahrt sowie in Form der individuellen telefonischen Flugwetterberatung für die Allgemeine Luftfahrt, den Luftsport oder die fliegenden Einheiten von Polizei, Rettungsdiensten und des Katastrophenschutzes (siehe Kapitel 2.1).

Darüber hinaus bietet der DWD spezielle, kundenspezifisch eingerichtete Webseiten (Selfbriefingsysteme) zur eigenständigen Durchführung des Flugwetterbriefings an. Neben den Schlüsselkunden der Verkehrsluftfahrt haben generell alle Piloten der Allgemeinen und gewerblichen Luft-

pc_met Kunden in den Jahren 2007 bis 2019



fahrt die Möglichkeit, diese Art des Briefings zu nutzen, alternativ oder ergänzend zur persönlichen Flugwetterberatung. Nachfolgend werden die drei, sich inhaltlich durch die Ausrichtung auf die jeweilige Nutzergruppe unterscheidenden Flugwetter-Selbbriefingsysteme des Deutschen Wetterdienstes kurz beschrieben.

Selfbriefingsysteme

► Meteorological Airport Briefing (MAB)

Das **MAB** ist ein webbasiertes Portal mit flugmeteorologischen Produkten für die Steuerung sämtlicher Prozesse im Air Traffic Management (ATM) und ist zugeschnitten auf Flughäfen, die dort ansässigen Flughafendienstleister (z. B. Winter- und Verkehrsdienste), Fluggesellschaften und Flugsicherungsorganisationen. Hervorzuheben sind dabei die von den jeweiligen Luftfahrtberatungszentralen speziell für die Verkehrsflughäfen erstellten Airport-Briefing-, Nowcast- und Winterdienstberichte, aber auch die kundenspezifischen Radar-, Gewitter- und Blitzinformationen. Über dieses Portal werden zusätzlich noch die Flugverkehrsdienste für den

oberen Luftraum der DFS in Karlsruhe und von EUROCONTROL in Maastricht versorgt.

► Heliportal

Eigens für die Kundengruppe der Hubschrauberpiloten (u. a. für Polizei- und Rettungsflug) bietet der DWD das webbasierte Flugwetterbriefingsystem **Heliportal** zur meteorologischen Flugvorbereitung an. Spezialprodukte wie Nachtflugvorhersage mit BIV-Brille, Marinogramme und Seegangsvorhersagen für Einsätze im Offshore-Bereich ergänzen die Standardprodukte des Flugwetterbriefings.

► pc_met Internet Service (www.flugwetter.de)

Für die Piloten der Verkehrsluftfahrt, der Allgemeinen Luftfahrt und des Luftsports offeriert der DWD das Selfbriefingsystem **pc_met Internet Service** zur meteorologischen Flugvorbereitung. Neben Warnungen, Vorhersageberichten und -karten, werden räumlich hochaufgelöste Radar-, Blitz- und Satelliteninformationen in z. T. fünfminütiger Aktualisierung angeboten. Schon seit über 20 Jahren wird diese Anwendung von Luftfahrtkunden genutzt, derzeit von über 14.500 (siehe Grafik oben).

Auch die Briefing-Systeme müssen sich den neuen technischen Erfordernissen anpassen. Bereits 2018 begann die Neuentwicklung von **flugwetter.de**, um den Service und die Infrastruktur auf Geowebdiensten aufzubauen. Dabei wird in Zusammenarbeit mit der Abteilung Basisvorhersagen, zuständig für den Land- und Seewetterdienst des DWD, eine gemeinsame technische Plattform für kundenspezifische Anwendungen geschaffen. Folglich ergeben sich Synergien der Softwarearchitektur, des Authentifizierungsprozesses, im Layout sowie in der Produkteinbindung.

Zukünftig wird die Benutzung von Geowebdiensten mit Geoservern und Datenbanken im Hintergrund eine interaktive Bedienung und zeitgemäße Visualisierung ermöglichen. Diese Umstellung bedeutet in den nächsten Jahren intensive Entwicklungsarbeit. Bei der technischen Realisierung wird zur Unterstützung auf die Expertise eines externen Dienstleisters zurückgegriffen. Die Visualisierung der NowCastMIX-Produkte im Meteorological Airport Briefing und im Heliportal basieren bereits auf Geowebdiensten.

Innovationen in der Kundenversorgung

► Kundenversorgung durch Externe IT-Dienstleister

Der Deutsche Wetterdienst stellt seinen Kunden a priori ein umfangreiches Portfolio an flugmeteorologischen Daten, Produkten, Verfahren und Dienstleistungen zur Verfügung. Doch gerade in der Luftfahrt sind die Anforderungen häufig sehr individuell, sei es nun in speziellen Wünschen bei der grafischen Darstellung oder aber bei der Datenhaltung im kundeneigenen IT-System. Folglich bietet der DWD seine Daten und Produkte nicht ausschließlich in den haus-eigenen Briefing-Systemen an, sondern liefert auch direkt an Kunden, die die Rohdaten selbst

aufbereiten und alphanumerisch oder/und visuell darstellen möchten. Speziell auf seine Bedürfnisse abgestimmt, kann der Kunde auf diesem Wege Flugwetterdaten in seine Prozessabläufe integrieren und so den Nutzwert der Daten gegenüber dem »Briefing-Pauschalangebot« erhöhen. Viele unserer Kunden beauftragen zur Systemintegration im IT-Bereich Drittanbieter, denen der DWD die bereits von der Luftfahrt finanzierten flugmeteorologischen Daten zur Verfügung stellt und lediglich ein Bereitstellungsentgelt berechnet, um die Luftfahrtbranche nicht mehr als nötig finanziell zu belasten. Jedoch unterliegen diese Lieferprozesse Nutzungsbedingungen und sind vertraglich geregelt, beispielsweise muss bei der digitalen Verarbeitung meteorologischer Daten deren Aussagekraft erhalten bleiben. Zur Sicherstellung der Integrität von Flugwetterinformationen bei der Implementierung und Darstellung in Fremdsystemen empfiehlt der DWD daher das Dokument AMC DWD-01 »Display of Meteorological Information« als Richtlinie.

► 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** (Wx - Code für den Wetterzustand in Wetterschlüsseln, also **WxVis4ATC**) durch. WxVis4ATC läuft seit Mitte 2016 und wurde bis Ende März 2020 verlängert. Projektziel ist u. a., die Visualisierung meteorologischer Daten am Lotsenarbeitsplatz derart zu verbessern, dass mit Wetterinformationen ein effizienteres Arbeiten ermöglicht wird und dabei die meteorologische Aussagekraft bei der Verarbeitung durch die EDV-Systeme der DFS erhalten bleibt. Damit ist gemeint, dem Endnut-



▲ Heißluftballone fahren entlang eines Flusstales stromabwärts.

zer die meteorologischen Produkte vollständig und unverfälscht, interpretationsfrei, prozessorientiert und ergonomisch in METFROG, dem meteorologischen Visualisierungstool der DFS, darzubieten.

Im Projekt WxVis4ATC soll außerdem unter Einbeziehung eines neuronalen Netzes die Windvorhersage beim Endanflug auf Verkehrsflughäfen kalibriert und seitens der DFS evaluiert werden. Auf diesem Wege soll ein Expertensystem zur Entscheidungsfindung des Tower-Lotsen erprobt und eine geeignete Visualisierung des System-Outputs realisiert werden. Ergänzend läuft beim DWD eine Sensitivitätsstudie zur Optimierung der raumzeitlichen Auflösung der modellbasierten Vorhersagedaten (Wind, Temperatur, QNH), die bereits erste positive Resultate zeigt.

Nach der Spezifizierung der Anforderungen an das Teilprojekt MET-Phänomene und die resultierenden Vorhersageprodukte inklusive Datenbereitstellung und Visualisierung in einer ersten Tranche, wurden seit 2018 zu den Themen »Echtzeitdarstellung von Niederschlag und Gewittern«, »Windanzeige während des Endanfluges mit der probabilistischen Windvorhersage WiWi« sowie »Darstellung von Turbulenz- und Vereisungsgebieten« Prototypen erstellt und ein Konzept zu deren Validierung ausgearbeitet.

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

Der Deutsche Wetterdienst hat einen Satz numerischer Vorhersagedaten geschaffen, der speziell an den Bedürfnissen der zivilen Luftfahrt ausgerichtet ist. In fünf verschiedenen Paketen stehen folgende Modelldaten alle 6 Stunden zum Abruf bereit:

- ▶ **ICON-Volumendaten:** Wind; Temperatur; relative Feuchte; Geopotenzial und Wolkenbedeckung in 30 Druckflächen und 8 LowLevel-Höhen;
- ▶ **Einzelne ICON-Modellflächen:** Temperatur und Taupunkt in 2 m Höhe, Oberflächentemperatur, QNH, QFF, horizontale Windkomponenten (u, v) und Böen 10 m über Grund, Tropopausenhöhe und -temperatur, Windmaximum und Höhe des Windmaximums; Gesamtniederschlag, Bewölkung der tiefen, mittelhohen und hohen Wolken
- ▶ **Erkennung von Cumulonimben (Cb), Wetter und Niederschlag (inkl. Erkennung von Gewittern):** d. h. horizontale Ausdehnung sowie Cb-Unter- und -Obergrenzen, skaliger Regen (1h-Summe), skaliger Schnee (1h-Summe), konvektiver Regen (1h-Summe), konvektiver Schnee (1h-Summe) sowie aktuelles Wetter (ww stündlich);
- ▶ **Vereisung:** ADWICE-Vereisungsintensität (Volumen auf 32 Druckflächen); ADWICE-Vereisungsszenario (auf Einzelflächen);
- ▶ **Turbulenz:**
EDP MAX (Volumendaten auf 30 Druckflächen),
EDP_MAX_LFIR_FL100/180,
EDP_MAX_UFIR_FL180/255,
EDP_MAX_LUIR_FL255/FL350,
EDP_MAX_UUIR_FL350/FL450.
- ▶ Zusätzlich gibt es ein Paket mit statischen Daten, wie Land-See-Verteilung und geometrischer Höhe.
Die numerischen Daten entstammen dem aktuell vom Deutschen Wetterdienst betriebenen, globalen Wettervorhersagemodell ICON und seit August 2018 auch dem räumlich und zeitlich höher aufgelösten Regionalmodell ICON_EU. Angeboten wird der WAWFOR-Kundendatensatz in globaler Abdeckung, als Europaausschnitt und als hoch aufgelöster Europaausschnitt.

▶ **Wetterinformationen für Drohnenflüge**

Die zuletzt rasant angestiegene Anzahl unbemannter Luftfahrzeuge wird sich weltweit weiter vergrößern. Seit 2017 ist in Deutschland eine neue Luftverkehrsordnung (LuftVO) in Kraft, die für Drohnen zwei Luftfahrzeugklassen (nach §1 LuftVG) neu regelt, und zwar den Betrieb (a) - von unbemannten Luftfahrtsystemen (UAS) - und (b) - von Flugmodellen zur Sport und Freizeitgestaltung.

Den kommerziellen UAS-Nutzern wird **pc_met Internet Service** angeboten, außerdem steht allen Piloten ferngesteuerter Luftfahrzeuge die kostenpflichtige individuelle Flugwetterberatung zur Verfügung. Weiterhin offeriert der DWD für die Steuerer von Drohnen- und Flugmodellen zum Zwecke des Sportes und der Freizeitgestaltung eine kostenfreie Grundversorgung mit Flugwetterinformationen unter www.dwd.de/luftsport. Dazu gehören Windprognosen für die Erdoberfläche, eine Niederschlagsradar- und Blitzkarte, sowie ein Windprofilrechner für die bodennahe Grenzschicht.

Der Deutsche Wetterdienst arbeitet als Behörde des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur in Bezug auf Wetter an der Weiterentwicklung der Gesetze und Verordnungen für unbemanntes Fliegen in Deutschland und der Europäischen Union mit und ist dabei in enger Abstimmung mit der Deutschen Flugsicherung und dem Luftfahrt-Bundesamt.

Für die europaweit geplante Einführung einer neuen Luftraumklasse »U-Space« für unbemanntes Fliegen, erstellt der DWD im Auftrag der DFS bereits einen für den Betrieb von Drohnen und Lufttaxis optimierten Datensatz mit hochauflösten COSMO-D2-Daten und stellt zusätzliche Wetterradar- und Blitzinformationen bereit.

3 Kundendienstleistungen

3.3 Kundenkonsultationen

32

Eine Beschränkung allein auf die Entwicklung, Produktion und Abgabe von Flugwetterinformationen und Beratungsdienstleistungen entspricht weder unserem Verständnis für Kundenorientierung noch erfüllt sie das Ziel der umfassenden meteorologischen Sicherung der Luftfahrt. Wir unterstützen daher unsere Kunden bei der Integration meteorologischer Informationen in ihre Prozessabläufe, stehen produktberatend zur Seite und nehmen gern ihre Wünsche und Anforderungen auf, um gemeinsam den Nutzwert meteorologischer Information für die Fliegerei zu optimieren.

Neben der direkten und serviceorientierten Betreuung unserer Bestandskundschaft suchen wir stets neue Kontakte auf Messen und laden die Protagonisten der Branche alljährlich im Spätherbst zum Luftfahrtkundenforum in unsere Offenbacher Zentrale.

Kundenforum

Das alljährliche Kundenforum der Abteilung Flugmeteorologie des Deutschen Wetterdienstes ist ein wichtiger Treffpunkt und Austauschveranstaltung mit Gästen aus Politik, Behörden und Luftverkehrswirtschaft, d. h. Vertretern von Flughafenbetreibern, Fluggesellschaften, Luftfahrt- und Luftsportverbänden, dem Bundesminis-

terium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF), dem Luftfahrt-Bundesamt (LBA), der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH sowie Eurocontrol. Den Teilnehmern wird Rechenschaft über Leistungen und Kosten des Flugwetterdienstes abgelegt, darüber hinaus gewährt der DWD Einblicke in neue flugmeteorologische und anwendungsorientierte Entwicklungen und damit zusammenhängende Projektaktivitäten. Neben dem wichtigen Aspekt einer engagierten Öffentlichkeitsarbeit werden mit der Austragung des Luftfahrtkundenforums auch EU-Forderungen nach regelmäßigen Kundenkonsultationen des Flugwetterdienstes erfüllt (Durchführungsverordnung EU Nr. 1035/2011, siehe Fußnote auf Seite 52).

Messe- und Ausstellungspräsenz

Selbstverständlich ist der DWD-Flugwetterdienst auch regelmäßig auf Messen und Veranstaltungen der Allgemeinen Luftfahrt und des Luftsports vertreten. Leitmesse der Branche in Europa ist die »AERO Friedrichshafen - Internationale Fachmesse für die Allgemeine Luftfahrt«, die 2019 in ihrer 27. Auflage mit einer Rekordbeteiligung an Ausstellern aufwartete. Vom 10. bis 13. April präsentierten sich am Bodensee zusammen mit Vertretern aus allen Bereichen der Allgemeinen Luftfahrt auch die gesamte deutsche Luftverkehrsverwaltung, neben dem DWD also auch das BMVI, das LBA, die BFU und das BAF.

Die jährliche Teilnahme an der AERO hat sich für die mit dem Außenmarketing des DWD-Flugwetterdienstes betrauten Kolleginnen und Kollegen inzwischen zu einer Herzensangelegenheit entwickelt. Am Stand des Deutschen Wetterdienstes besteht die Möglichkeit, direkt an unsere Fachleute heranzutreten und Fragen zu unseren Produkten und Dienstleistungen zu stellen. Im Vordergrund steht dabei unser Selfbriefingsystem `pc_met`

▼ Luftfahrtkundenforum beim DWD am 07. 11. 2019





▲ Messestand des DWD auf der AERO in Friedrichshafen

Internet Service. So ergeben sich viele Fachgespräche rund um Fliegerei und Flugwetter, gleichzeitig können dabei kritische Hinweise und Verbesserungswünsche eingebracht werden.

Auf der AERO 2019 stellte der DWD auch seine neue DWD FlugWetter-App vor, die beim Fachpublikum sehr großen Zuspruch fand. Michael Noll hielt an jedem Veranstaltungstag einen stets gut besuchten Vortrag über wetterbedingte Flugunfälle und ihre »schonungslose« Analyse. Sowohl mit Pilotenverbänden (z. B. der AOPA) wie auch vielen Herstellern von Avionik- und Navigationssoftware wurde über eine optimierte Verwertung von Wet-

terdaten gesprochen. Ziel ist es, die Flugwetterinformationen des DWD noch intensiver als bislang in die Flugplanungen der Allgemeinen Luftfahrt einfließen zu lassen und den Piloten durch innovative Applikationen das Wetter buchstäblich »ins Cockpit zu bringen«.

Bereits zum 9. Mal fand am 26. 10. 2019 der DFS-Pilotentag bei der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH in Langen statt, bereits seit 2013 nimmt der DWD regelmäßig mit einem Infostand und Fachvorträgen an diesem Meeting teil. Einmal mehr konnten sich die Besucher über das Selfbriefingssystem pc_met Internet Service sowie über die



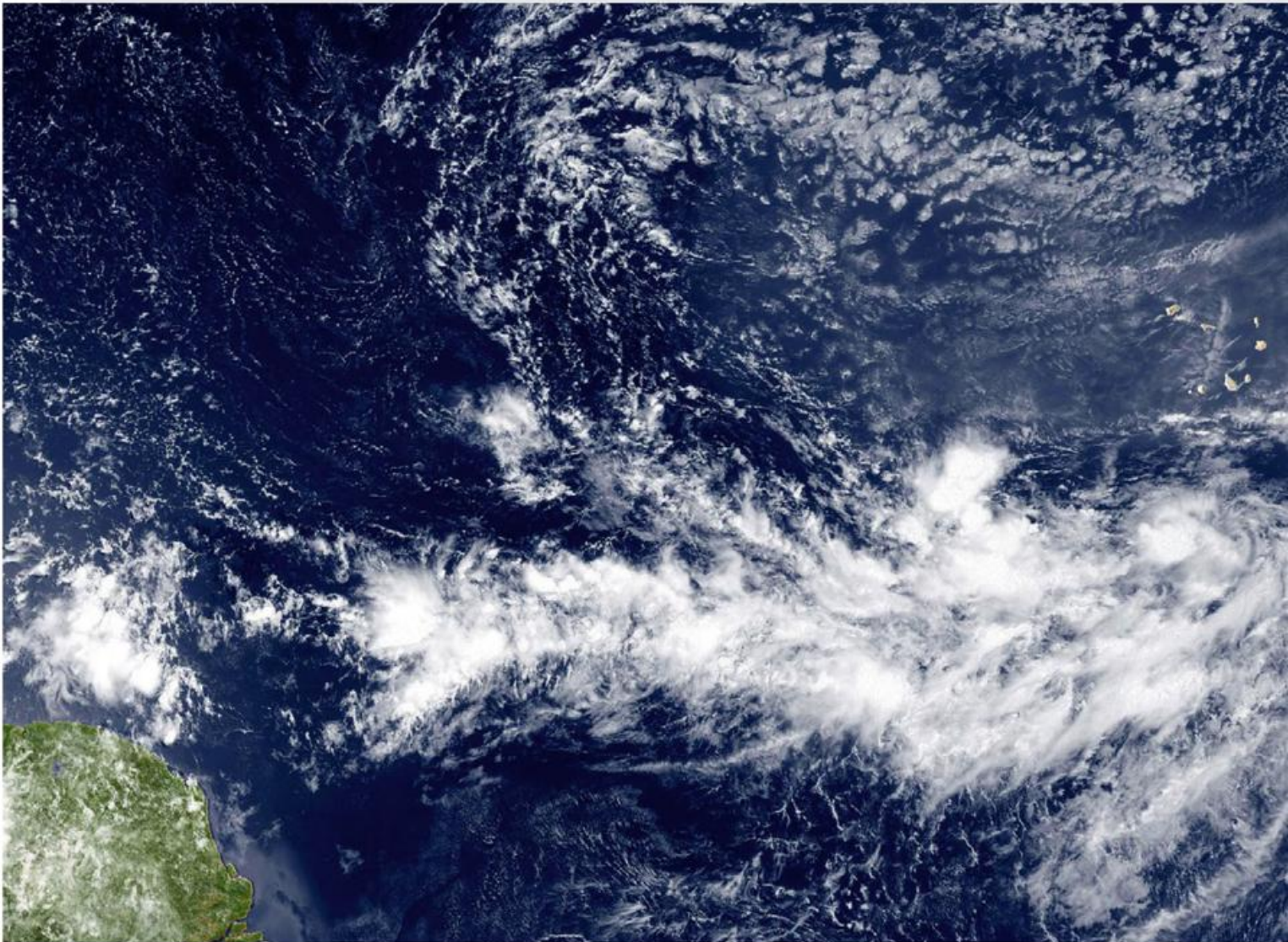
▲ DWD-Präsenz auf dem DFS-Pilotentag in Langen

DWD FlugWetter-App informieren. Frau Seidel und Herr Wandel standen aber auch allgemeinen Anfragen zu Produkten, Dienstleistungen (Seminare, Flugwetterberatung) und den Aufgaben des Flugwetterdienstes Rede und Antwort. Die Broschüren und Poster des DWD im Allgemeinen und die der

Abteilung Flugmeteorologie im Besonderen fanden wieder regen Absatz beim Publikum. Die Fachvorträge »Typisch Herbst-Wetter« und »Phänomen Wetteranalyse - Informationsgewinnung aus Meteorogrammen, CrossSections und Vertikalprofilen« des DWD sorgten ebenfalls für großes Interesse.

Task-Force Vulkanasche

Die internationale Vulkanasche-Übung VOLCEX19 für die ICAO-Region Europa/Nordatlantik fand im November 2019 in Rom statt und wurde von der Aeronautica Militare (Italienische Luftwaffe) organisiert und durchgeführt. Übungsszenarium war ein fiktiver Ausbruch des italienischen Vulkans Vesuv am 23. März 2019, dessen Aschewolke sich vor allem über Süd- und Südosteuropa ausbreiten sollte. Erneut bewährte sich das vor seiner Übernahme in den Routinebetrieb stehende Vorhersagemodell ICON-ART bei der Simulation der Ausbreitung der Vulkanaschewolken und lieferte eine solide Informationsbasis für das Training des DWD-Flugwetter-Warnmanagements und die sich daraus ergebenden Entscheidungen und Maßnahmen der DFS, wie etwa Luftraumsperrungen und Umleitungen.



Satellitenbild des Wolkenbandes der ITCZ über dem Atlantik zwischen Südamerika und Westafrika, von NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11241604>, aufgenommen am 20. 08. 2010



Zwischen den Wendekreisen

Wetter und Klima in den Tropen und niederen Subtropen werden neben dem Tagesgang der Sonne wesentlich durch die Verlagerung der »Innertropischen Konvergenzzone« (englische Abkürzung ITCZ) charakterisiert. Unter der ITCZ kann man sich einen im Jahresverlauf dem Sonnenhöchststand folgenden, von der Land-Meer-Verteilung beeinflussten, mit starker Erwärmung, Konvektion und gewittrigen Niederschlägen einhergehenden und die Welt zonal umspannenden Tiefdruckgürtel vorstellen. Die konkrete Lage der ITCZ steuert die Monsun-/Passatzirkulation und bestimmt damit in den betroffenen Regionen die Regen- und die Trockenzeiten.

4 Innovation und Entwicklung

4.1 Informationstechnik, Messtechnik und -systeme

Modernisierung der Datenformate für OPMET-Daten

OPMET-Daten sind codierte meteorologische Informationen (z. B. METAR, SPECI, TAF und SIGMET), deren aktuelles Format (TAC - Traditional Alphanumeric Code) auf das durch ICAO und WMO definierte Austauschformat IWXXM (ICAO Meteorological Information Exchange Model) umgestellt wird. Allerdings werden beide Formate voraussichtlich noch bis 2026 parallel angewendet. Im vergangenen Jahr wurden wesentliche Entwicklungen in der Prozesssoftware sowie der Dateninfrastruktur vollendet, beispielsweise die Anpassung des neuen NinJo-Moduls AWEM (Aviation Weather Event Manager), mit dem ereignisgesteuert Flugwetterwarnungen (SIGMETs) erzeugt werden. Ab Herbst 2020 werden OPMET-Daten ausschließlich im IWXXM-Format verarbeitet. Nach derzeitigem Stand werden OPMET Daten voraussichtlich ab Herbst 2026 ausschließlich im IWXXM-Format verbreitet.

Bereitstellung von Geo-Webdiensten

Durch die georeferenzierte Bereitstellung von Karten und Daten können unsere Kunden die Produkte des DWD nun in ihre eigenen Anwendungen und Visualisierungstools integrieren. Auch die Abgabe von modellbasierten Turbulenz- und Vereisungspolygonen wurde als Geowebdienst realisiert und die flugmeteorologischen Verfahren und Produkte zum satellitenbasierten Konvektions-Nowcasting sowie zur Turbulenz- und Vulkanaschevorhersage konnten in den Routinebetrieb übernommen werden. Weiterhin wurde das neue, auf Geowebdiensten basierende Selfbriefing-Portal mit dem Ziel fortentwickelt, die Altsysteme **www.flugwetter.de** und **Meteorological Airport Briefing** (MAB-Portal) durch eine zeitgemäße Applikation zu ersetzen und dem Nutzer unsere meteorologischen Produkte zur interaktiven Nutzung anzubieten. Seit Frühjahr 2019 wird außerdem die neue, komfortablere **FlugWetter-App** angeboten.

Neue Entwicklungen in der Produktions- und Visualisierungssoftware NinJo

Die auf den Flugwetterdienst spezialisierten NinJo-Komponenten, wie z. B. der Aviation Weather Event Manager (AWEM) als Editor für die SIGMET-Erstellung, wurden im vergangenen Sommer in Betrieb genommen. Aktuell wird an Erweiterungen zum internationalen Austausch von SIGMET-Meldungen gearbeitet.

4 Innovation und Entwicklung

4.2 Flugwettervorhersage und -warnung

Numerische Wettervorhersage

Die Modellkette des Deutschen Wetterdienstes besteht derzeit aus dem globalen ICON-Modell (ICOsahedral Nonhydrostatic), darin eingebettet sind der höher aufgelöste Europaausschnitt ICON-EU und das Mitteleuropa umfassende lokale Modell COSMO-D2. Um die Unsicherheiten bei der Bestimmung des Anfangszustandes im Rahmen der Datenassimilation und bei der numerischen Beschreibung der physikalischen Prozesse zu quantifizieren, stützen sich moderne Wettervorhersagesysteme auf eine Vielzahl von Modellprognosen (sog. Ensembles), basierend auf leicht variierten Anfangszuständen (Analysen) und unterschiedlichen Modellformulierungen (Parameterstörungen), um aus der Menge der so gewonnenen Lösungen Wahrscheinlichkeitsvorhersagen für verschiedene Wetterszenarien ableiten zu können. Mit den 40 Vorhersagen des ICON-EPS (Ensemble Prediction System) lassen sich neben der wahrscheinlichsten Wetterentwicklung schon zwei bis vier Tage im Voraus mögliche alternative Szenarien, etwa hinsichtlich Zugbahnen und Intensitäten von Sturmzyklonen, erkennen.

Weiterentwicklungen im NWV-Bereich

Das numerische Wettervorhersagesystem des DWD wird u. a. im Bereich der Datenassimilation und der Modellphysik stetig weiterentwickelt. So gab es auch 2019 wieder etliche Verbesserungen, die direkt oder indirekt die Luftfahrtprodukte positiv beeinflussen:

- ▶ Assimilation der Beobachtungen verschiedener Instrumente an Bord von Metop-C sowie von Scatterometer-Windbeobachtungen des indischen Satelliten ScatSat
- ▶ Assimilation von feuchtesensitiven Kanälen der Geräte SSMI/S, GMI, AHI, ABI und GOES-Imager auf den Satelliten DMSP-17 und DMSP-18

- ▶ Weiterentwicklung der Parameterisierung von Wolken zur Verbesserung der Bewölkungs- und Strahlungsvorhersage
- ▶ Assimilation hochaufgelöster Dropsonden-Meldungen im BUFR-Format
- ▶ Assimilation der SSMI/S-Strahlungsmessungen über Land
- ▶ Assimilation von Feuchtemessungen der Vaisala-RS-92- und -RS-41-Radiosonden in Höhen bis 200 hPa (zuvor nur bis 300 hPa).

Flugzeuggestützte Messungen

Flugzeuggestützte Messungen sind ein wichtiger Bestandteil in der Datenassimilation, da sie oftmals die einzigen, flächendeckenden, in der Höhe gemessenen, meteorologischen Informationen liefern.

Integriertes Vorhersagesystem SINFONY

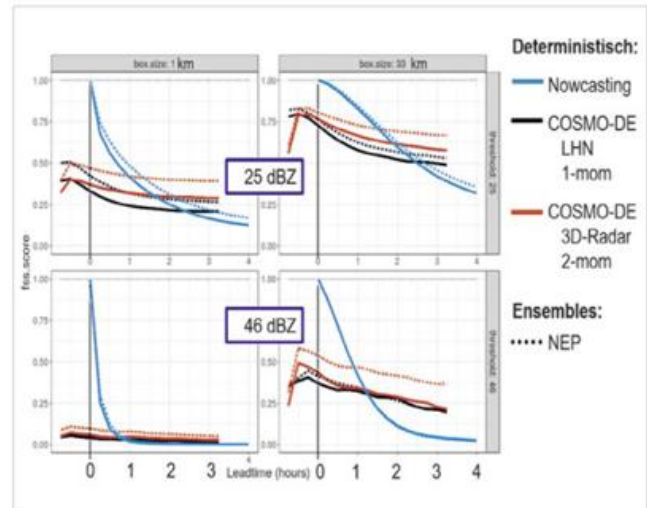
Zur Schließung der »methodischen Lücke« zwischen dem speziell für die Flugmeteorologie sowie dem Warnmanagement konvektiver Ereignisse interessanten, auf Beobachtungen beruhenden Nowcasting (0 bis 2 Stunden im Voraus) und der durch die mathematisch begründete Einschwingzeit numerischer Wettervorhersagemodelle »später einsetzende« Kurzfristvorhersage (2 bis 12 Stunden im Voraus) werden zurzeit im Deutschen Wetterdienst struktur- und modellbasierte Lösungsansätze verfolgt. Die Kombination beider Paradigmen würde eine aus Nutzersicht »nahtlose« Produktion von Vorhersagen im Zeitraum von 0 bis 12 Stunden im Voraus liefern, welche darüber hinaus hohe Aktualisierungsraten (für NWV-Produkte stündlich, für detektierte Niederschlagsfelder oder konvektive Zellen 5-minütlich) plus Abschätzungen der Unsicherheiten ermöglicht. Mit dem ambitionierten Pilotprojekt SINFONY (Seamless INtegrated FOrecastiNG sYstem) stellt sich der Deutsche Wetterdienst weiterhin der wissenschaftlich-technischen Herausforderung,

ein »Integriertes Vorhersage-System« aufzubauen. Dessen Resultate fließen logischerweise auch in das eher für den »Land-Wetterdienst« relevante Projekt IVS-Unwetter ein.

Zur Qualifizierung der radarbasierten Nowcasting-Algorithmen für Niederschlag und konvektive Zellen wurden Daten des DWD-Radarverbunds um probabilistische Methoden erweitert. Diese »Ensemble-Nowcasting-Verfahren« werden alle 5 Minuten neue Vorhersagen für mindestens 2 Stunden im Voraus bereitstellen (rein technisch wären +6 Stunden möglich, dann allerdings mit wetterlagenabhängiger Qualität). Neu ist insbesondere eine »Ensemble-Objekt-Nowcasting-Vorhersage«, d. h. die probabilistische Erweiterung des etablierten KONRAD3D-Verfahrens für Zelldetektion und -Nowcasting, die mittels Ensemble-Kalman-Filter auch ein einfaches parabelförmiges Lebenszyklusmodell für konvektive Zellen abschätzt.

Andererseits sollen bei der auf das neue DWD-Regionalmodell ICON-LAM gestützten numerischen Wettervorhersage zusätzlich hoch aufgelöste Fernerkundungsmessungen des DWD-Radarverbunds, Satellitendaten sowie Blitzdaten in die Datenassimilation des Modells einfließen. Aktuelle Vorhersagen aller »bisherigen« Modellparameter plus simulierte Radar- und Satellitenbeobachtungen stehen dann stündlich und mit früherer Verfügbarkeit jeweils nach den Beobachtungsterminen bereit, was als (RUC) »Rapid Update Cycle« bezeichnet wird.

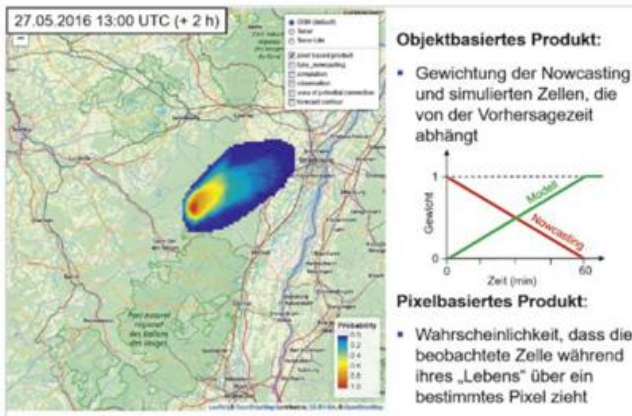
Die folgende Abbildung deutet anhand eines bestimmten Verifikationsmaßes (Fraction Skill Score - FSS) an, welche Verbesserungen in den beiden Vorhersageverfahren Nowcasting und NWV im Projektverlauf bis 2019 erzielt werden konnten. Im Nowcasting ist es hauptsächlich die Ensemble-Erweiterung, die für Nutzer einen Mehrwert bietet, während es modellseitig sowohl die neuen Datenquellen in der Assimilation (hier am Beispiel



▲ Status der SINFONY-Entwicklungen, ausgedrückt als Vergleich von Fraction-Skill-Scores (FSS) für 2 verschiedene Reflektivitätsschwellwerte (25 dBZ oben und 46 dBZ unten) und 2 räumliche Skalen (1 km links, 33 km rechts) über die Vorhersagezeit von gitterbasiertem Nowcasting und letzten Experimenten mit COSMO vor der ICON-LAM-Einführung. Nowcasting: Gewinn hauptsächlich durch Übergang auf Ensembles (gestrichelt, NEP = FSS erweitert auf Ensembles). COSMO: Gewinn sowohl durch Ensemble als auch durch Verwendung des 2-Momenten-Wolkenmikrophysikschemas und der 3D-Radardatenassimilation anstelle des Latent-Heat-Nudgings (LHN), ausgenommen die ersten 15 Minuten, in denen der Spinup bei 3D-Radardatenassimilation noch zu groß ist.

von 3D-Radar Radialwind und Reflektivität) als auch eine genauere (und damit leider teurere) Parametrisierung der mikrophysikalischen Wolkeneigenschaften sind.

Schließlich münden alle Nowcast- und NWV-RUC-Ensemble-Daten in einen großen virtuellen Datenkubus. Einerseits stehen so mehr und verbesserte Basisdaten für bereits existierende Anschlussalgorithmen (MOS, NowCastMix, AutoWarn, sowie flugmeteorologische Anschlussverfahren) zur Verfügung. Andererseits besteht nun die große Herausforderung, dem Wetterberater die »neuen« riesigen Datenmengen inklusive der Unsicherheitsinformationen aus den Ensemble-Ergebnissen in kondensierter und aussagekräftiger Form, d. h. in »smarten« Vorhersageprodukten bereitzustellen. Die Abbildung auf Seite 41 zeigt beispielhaft, wie Zell-Objekte (Ensembles) aus



▲ Prototyp eines kombinierten Produkts von vorhergesagten KONRAD3D-Ensemble-Zellobjekten (mit Kalman-Filter zur Schätzung eines einfachen Parabel-Lebenszyklusmodells) und simulierten Zellobjekten aus der NWV-Ensemblevorhersage. Bei letzterem werden simulierte Radar volumenscans der KONRAD3D-Zelldetektion und -Verfolgung zugeführt, der Cluster der zur Beobachtung »ähnlichsten« Objekte aus allen Modell-Ensemblemitgliedern wird bestimmt und dessen Mitglieder-Objekte werden räumlich verschoben, um deren Ortsvektor zur Zeit der Beobachtung zu korrigieren. Daraus ergeben sich vielfältige neue Darstellungsmöglichkeiten. Hier ein pixel-basiertes Beispiel: aus der flächenmäßigen Überlappung der jeweiligen Objekte der Ensembles entlang ihrer Vorhersagezugbahnen wird, zeitlich gewichtet zwischen Nowcasting und NWV, die Wahrscheinlichkeit abgeleitet, dass die beobachtete Zelle während ihres »Lebens« über einen bestimmten Ort zieht (integrierte Betrachtungsweise). Man kann auch momentane Wahrscheinlichkeiten betrachten, oder auch Wahrscheinlichkeiten für alle durch KONRAD3D abgeleiteten Zelleigenschaften (VIL, Echotop, etc.).

KONRAD3D-EPS-Nowcasting und simulierte Zell-Objekte aus dem NWV-Ensemble zu einer auf Wahrscheinlichkeiten beruhenden Gewittervorhersage kombiniert werden.

Radarbasierte Detektion von Niederschlägen und Konvektion

Auch 2019 wurden der nationale Radarverbund des Deutschen Wetterdienstes (DWD) modernisiert und Fachverfahren neu- oder weiterentwickelt, um die verbesserten Systemeigenschaften sowie die neuen Möglichkeiten der C-Band-Radare, beispielsweise die Nutzung polarimetrischer Radarinformationen, nutzbar zu machen.

Die auf Radarmessungen basierenden Verfahren zur Niederschlagsklassifikation (Hydrometeore)

bieten insbesondere für die meteorologische Sicherung der Luftfahrt ein enormes Steigerungspotential. Im Berichtsjahr wurden die entwickelten Verfahren zur Hydrometeoriklassifikation in Erdbodennähe und zur Abschätzung der Schneehöhe in den Routinebetrieb überführt.

3D-Radar-Volumendaten verbessern die Detektion und Analyse konvektiver Systeme (Schauer und Gewitter), die oftmals für den Luftverkehr gefährliche Wettererscheinungen wie Turbulenzen, Sturmböen, Starkregen und Hagel hervorbringen. Wesentliche Ziele der KONRAD3D-Entwicklung (KONRAD steht für KONvektionsRADar) sind die Erhöhung der Vorwarnzeiten für konvektive Ereignisse, die Erhöhung der Trefferquote bei Verringerung der Fehlalarmrate in der Analyse und Vorhersage konvektiver Systeme, eine verlässlichere Intensitätsklassifikation konvektiver Zellen sowie deren zeitlicher Entwicklung. Die durch KONRAD3D ermittelten Schauer- und Gewitterzellen mit ihren diversen Attributen, Tracks und Nowcast-Informationen werden in XML-Dateien bereitgestellt und stehen dem AutoMETAR-Teilprojekt AutoKON, dem integrierten Vorhersagesystem SINFONY sowie im meteorologischen Visualisierungs- und Produktionssystem NinJo zwecks Evaluierung zur Verfügung.

NowCastMIX-Aviation: Radarbasierte Detektion von Konvektion/Gewitterzellen:

Das seit Jahren bewährte NowCastMIX-Aviation warnt vor Gewittern verschiedener Intensitätsstufen vom Analysezeitpunkt bis zu einer Stunde in die Zukunft und wird alle 5 Minuten, basierend auf einer Kombination von Radardaten, Blitzortungen, synoptischen Beobachtungen und Modelldaten aus COSMO-D2 aktualisiert. Das Produkt wird sowohl über eine Geowebdienstschnittstelle als auch in Form von XML-Dateien an Luftfahrtkunden abgegeben und wird innerhalb eines Geoweb-

dienst-Clients im Meteorologischen-Airport-Briefing-Portal und im Helikopterportal des DWD für die Nutzer im Deutschlandausschnitt visualisiert. In Kapitel 3.2. ab Seite 27 finden sich nähere Angaben zu den genannten Kundenportalen.

Im Jahr 2019 wurden wichtige technische Vorbereitungen und Tests durchgeführt, um die Einführung zweier neuer Produkte im Frühjahr 2020 zu ermöglichen. Das bisherige für NowCastMIX-Aviation eingesetzte Radarkomposit auf dem EuRadCOM-Gebiet (2444 x 2176 km²) soll durch ein neues Komposit auf dem EuCOM-Gebiet ersetzt werden, das etwas größer (2400 x 2400 km²) und etwas in Richtung Nordosten verschoben ist. Auch der Output von NowCastMIX-Aviation, also der in der Fläche detektierte Status der Konvektion, wird zukünftig auf das EuCOM-Gitter transformiert. Generell ist für das Nowcasting eine möglichst optimale Beschreibung der Verlagerung konvektiver Strukturen durch ein geeignetes Vektorfeld von Bedeutung. Bislang berechnet NowCastMIX ein sogenanntes Zellverlagerungsvektorfeld (ZVF) hauptsächlich anhand von »AutoRadSatW-Vektoren«, die aus RadVOR-Algorithmen zur radar-gestützten Niederschlagsvorhersage abgeleitet werden. Allerdings wird das Projekt RadVOR mittelfristig eingestellt, als zukunftsfähiger »Ersatz« dient dann das auf POLARA-Algorithmen basierende, sogenannte Optical-Flow-Verfahren. POLARA steht dabei als Akronym für »Polarisationsradar«, also die Anwendung der Polarisation an Niederschlags- und Wolkenpartikeln gestreuter Radarwellen zur Bestimmung von Niederschlags- und Wolkeneigenschaften. Optical-Flow-Vektoren beschreiben zukünftig die horizontale Verlagerung von Konvektionsmustern und werden aus 5-minütigen europäischen Radardaten und zusätzlich aus Satellitendaten ebenfalls auf dem EuCOM-Gitter berechnet. Sofern für ein bestimmtes Areal innerhalb des EuCOM-Gitters Radarsondierun-

gen vorhanden sind, bilden ausschließlich sie die Grundlage zur Berechnung, andernfalls wird auf Satellitendaten zurückgegriffen.

NowCastMIX-Winterwetter: Nowcasting für das Winterwetter

Das Vorhersageprodukt NowCastMIX-Winterwetter (NCM-Ww) liefert alle 15 Minuten einen Warnvorschlag für signifikante Winterwetterereignisse. Dabei unterscheidet es die beiden wesentlichen Niederschlagsarten Schnee und gefrierenden Regen, bestimmt die Niederschlagsintensitäten und stellt die Menge des Schneefalls in fünf Ereignisklassen dar.

Die Methodik nutzt raum-zeitlich hochaufgelöste Radardaten, die mit tatsächlich am Boden gemessenen Niederschlagshöhen kalibriert worden sind. Die Aktualisierungsrate ist mit dem entsprechenden Dateneingang der Beobachtungen synchronisiert. Bis zu einem Zeitraum von 2 Stunden im Voraus wird in 15-Minuten-Schritten eine Vorhersage produziert, wobei die lineare Verlagerung der Warnpolygone durch ein Bilderkennungsverfahren gesteuert wird, welches entsprechende Niederschlagsmuster in den Radar- und Satellitenbildern interpretiert. Zukünftig kommt auch hier das modernere Optical-Flow-Verfahren zur Anwendung. Seit Dezember 2019 wurden die Hydrometeor-klassifikation auf Basis der POLARA-Produkte eingeführt und die Extrapolation der so in Radarstrahlhöhe detektierten Niederschlagsart bis zum Erdboden mit Hilfe von Profilen der Feuchttemperatur verbessert, aktuell wird der Extrapolationsalgorithmus in enger Kundenkommunikation mit den Flughafenbetreibern stetig weiterentwickelt.

Im Berichtsjahr wurde eine neue, verbesserte Methode zur Berechnung von Schneemengen evaluiert, die auf qualitätsgesicherten Produkten aus der POLARA-Produktionsschiene aufbaut. Bisher

war das RadVOR-Produkt FS (»Fallender Schnee«) die Ausgangsbasis, die aber nur als Stundensumme zur Verfügung steht. Für NCM-Ww, welches 15-minütige Schneemengenprognosen als Input braucht, wurde zusätzlich der geschätzte Anteil des festen Niederschlags an der Radarreflektivität in die Kalkulation einbezogen, um die Stundensummen des »FS-Produktes« in 15-Minuten-Segmente zu teilen. Zur Umgehung eines derart aufwendigen Verfahrens, wird nun das neue Produkt »ZZ« vom POLARA-Algorithmus berechnet, welcher 15-minütige Schneefall-Prognosen bis zu 2 Stunden im Voraus direkt liefert. Somit liegt die Produktion idealerweise vollständig innerhalb des POLARA-Systems und profitiert deshalb automatisch von künftigen Fortschritten bei der Qualitätssicherung und bei der Verfahrensoptimierung.

So kann NowCastMIX-Winterwetter die oft schwierige Beurteilung der Verlagerung und Intensität von Schneefallgebieten und deren Auswirkungen erleichtern und das Air-Traffic-Management sowie die wetterbedingte Entscheidungsfindung beim bodengebundenen Flughafenbetrieb wirkungsvoll unterstützen.

Modellbasierte Turbulenzvorhersage

Atmosphärische Turbulenz gehört zu den atmosphärischen Phänomenen, die wesentlichen Einfluss auf die Sicherheit, Pünktlichkeit und Effizienz des Luftverkehrs haben. Wegen steigender Kundenanforderungen einerseits und optimierter aerodynamischer Flugzeugeigenschaften andererseits fordert die ICAO (siehe Annex 3) neue Methoden zur Vorhersage der »Eddy Dissipation Rate« (EDR), also der reibungsbedingten Dämpfungsrate »Turbulenter Kinetischer Energie« (TKE) durch Umwandlung in Wärme. Die Eddy Dissipation Rate kann sowohl aus numerischen Vorhersagemodellen (NWV) als auch aus Flugzeugmessungen in situ abgeleitet werden.

Im Deutschen Wetterdienst wurde ein auf dem eigenen Modellsystem ICON basierendes, numerisches Prognoseverfahren entwickelt, das die Turbulenzgröße »Eddy Dissipation Parameter« (EDP) ermittelt, wobei dank Ensemble-Technologien für die Resultate auch Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich sind. Diese Ensemble-Vorhersageprodukte werden unter dem Namen »Eddy Dissipation Parameter Probability« (EDPP) geführt und als Input für das engmaschigere europäische ICON-Nest genutzt. Global wurde der EDPP aus der »vereinfachten Umgebungsmethode« durch den EDPP des ICON-EPS ersetzt.

Es wurde eine detaillierte Untersuchung des EDP vorgenommen, welche sowohl eine Evaluierung anhand verschiedener Fallstudien als auch eine objektive Verifikation gegen EDR-Messungen an Bord kommerzieller Flugzeuge umfasst. Diese Arbeit ist zur Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Fachpresse eingereicht worden und befindet sich in der Begutachtung.

Vulkanasche: Nowcasting und Modellbasierte Vorhersagen

Vulkanaschewolken werden insbesondere von »explosionsartigen« Ausbrüchen freigesetzt, wobei die Asche rasch in höhere Atmosphärenschichten gelangt und durch die dort auftretenden hohen Windgeschwindigkeiten horizontal über weite Distanzen verfrachtet wird.

Der Deutsche Wetterdienst betreibt das satellitengestützte Fernerkundungsverfahren VADUGS (Volcanic Ash Detection Using Geostationary Satellites) zur Detektion und zur Überwachung atmosphärischer Vulkanasche. Die hohe raum-zeitliche Datenverfügbarkeit, gerade auch in abgelegenen Regionen der Erde, macht die Satellitenfernerkundung zum Schlüsselwerkzeug bei der Verbesserung von Vulkanasche-Warnsystemen, daher werden entsprechende Algorithmen beim

DWD verstärkt angewendet und fortentwickelt. Neben Softwarepflege und Fehlerbeseitigung wurde im vergangenen Jahr begonnen, mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) einen Arbeits- und Zeitplan für das Update des Algorithmus zur Vulkanaschedetektion zu erörtern. Die neue Version des Algorithmus wird eine noch genauere Bestimmung der Vulkanasche-Konzentration erlauben.

Im Falle eines Vulkanausbruchs können unsere Flugmeteorologen mittels einer graphischen Benutzeroberfläche, die in das Vulkanasche-Warnsystem des Deutschen Wetterdienstes integriert ist, den aktiven Vulkan in einer Datenbank auswählen und, auf aktuellen Volcanic Ash Advisories der ICAO VAAC (Volcanic Ash Advisory Center) basierend, die Quellstärke und deren zeitlichen Verlauf vorgeben. Anschließend werden mit dem Vorhersagemodell ICON-ART (-Aerosols and Reactive Trace Gases) Ausbreitungsrechnungen durchgeführt, die alle sechs Stunden (00, 06, 12 und 18 UTC) mit den jeweils aktuellen numerischen Analysen der Wetterlage und aktuellen Werten der Quellstärke starten. Das kurz vor der Übernahme in den Routinebetrieb stehende ICON-ART bewährte sich im November 2019 erneut, als im Rahmen der sogenannten VOLCEX-Übung mit einem fiktiven Ausbruch des Vulkans Vesuv am 23. März 2019 die Ausbreitung der Vulkanaschewolken simuliert und das Flugwetter-Warnmanagement des DWD sowie die sich daraus ergebenden Entscheidungen und Maßnahmen der DFS, wie etwa Luftraumsperrungen und Umleitungen, trainiert wurden.

AutoTAF

Auch in der Flugwettervorhersage des Deutschen Wetterdienstes werden »Modelloutput-Statistiken« (Model Output Statistics, abgekürzt MOS) in Form eines im Programmablauf den Wetterprognose-

modellen nachgeschalteten »Anschlussverfahrens« genutzt, etwa für die sogenannte TAF-Guidance, aus der die Vorhersageprodukte AutoTAF und AutoGAFOR abgeleitet werden.

Die TAF-Guidance beruht auf der statistischen Interpretation (MOS) des EZMW-Modells IFS-HRES und berechnet stündlich Punkt-Terminvorhersagen bis 41 Stunden im Voraus für alle deutschen Verkehrs- und Regionalflughäfen sowie für eine Vielzahl internationaler Flugplätze. Alle Vorhersagegrößen werden als automatisch erzeugte MOS-Guidance und in codierter Form (AutoTAF gemäß ICAO-/WMO-Richtlinien) herausgegeben. In dem Verfahren sind spezielle deterministische und probabilistische Größen wie Wolkenhöhen und mehrere Schwellwerte der Sichtweite enthalten, die sich an flugmeteorologischen Anforderungen orientieren.

Das System wird mindestens einmal pro Jahr neu trainiert und regelmäßig halbjährlich im Rahmen des MET Alliance Verification Project verifiziert. 2019 stand eine Verbesserung der AutoTAF-Codierung im Fokus, die im Frühjahr 2020 in den Routinebetrieb übergehen wird.

Projekt AutoMETAR

Im Projekt AutoMETAR werden von April 2014 bis Mai 2022 die technischen, regulatorischen und operativen Voraussetzungen für eine Einführung vollautomatischer Wettermeldungen für die Luftfahrt (METAR, MET REPORT und SPECIAL), gemäß ICAO Annex 3 und Doc 9837 AN/454, geschaffen und an den internationalen Verkehrsflughäfen in Deutschland umgesetzt. Auf die operationelle Einführung eines ersten automatischen Systems unter Kontrolle der Wetterbeobachter musste 2019 aber aus Gründen, die der DWD nicht zu verantworten hat, verzichtet werden. Der Projektablauf wurde dahingehend geändert, dass die Einführung der Vollautomation 2022 nun ohne

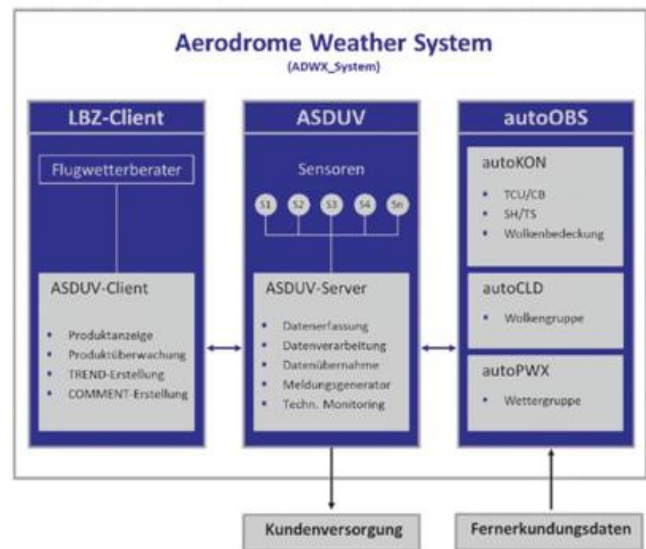
weitere Zwischenstufen erfolgen wird. Um die hierfür erforderliche Evaluierungsphase zu ermöglichen, wurde parallel zum operativen Betrieb ein quasi-operationeller Testbetrieb eingerichtet, welcher in Echtzeit die Ergebnisse des vollautomatischen Aerodrome-Weather-Systems (»ADWX_System«) erzeugt. Wie in der Abbildung auf dieser Seite dargestellt, besteht das ADWX_System aus den drei Komponenten LBZ-Client, ASDUV und autoOBS.

Das autoOBS-System integriert Fernerkundungsdaten und stationär erfasste Messwerte mit Beobachtungen des Bewölkungszustandes und des gegenwärtigen Wetters, wobei die Teilverfahren autoKON zur Erkennung konvektiver Strukturen, autoCLD zur Ableitung von Bewölkungsinformationen und autoPWX zur Bestimmung der aktuellen Wettersituation dank neu entwickelter, automatisierter Verifikationsverfahren kontinuierlich verbessert werden.

Als ASDUV (Automatisches System zur Datenerhebung und -verbreitung) wird das lokale Datenerfassungssystem an den Flughäfen bezeichnet, welches sowohl Sensormesswerte erfasst und vorverarbeitet als auch Flughafenwettermeldungen erzeugt und verbreitet. Der »LBZ-Client« stellt ein Terminal zur Anzeige von Messwerten und Meldungen aus ASDUV und autoOBS dar und ermöglicht die Erstellung von TREND- und COMMENT-Meldungen durch die Mitarbeiter der Luftfahrtberatungszentralen.

Ein mit der Deutschen Flugsicherung vereinbartes Schnittstellendokument wurde auf einen erweiterten MET-REPORT-Code und infolge der Automation teilweise geänderte Meldungsinhalte angepasst. Die physikalischen Schnittstellen zur Kundenversorgung bleiben dabei unverändert.

Seit Mitte 2019 läuft das vollautomatische ADWX_System im Probetrieb stabil, alle technischen Komponenten sind redundant ausgelegt

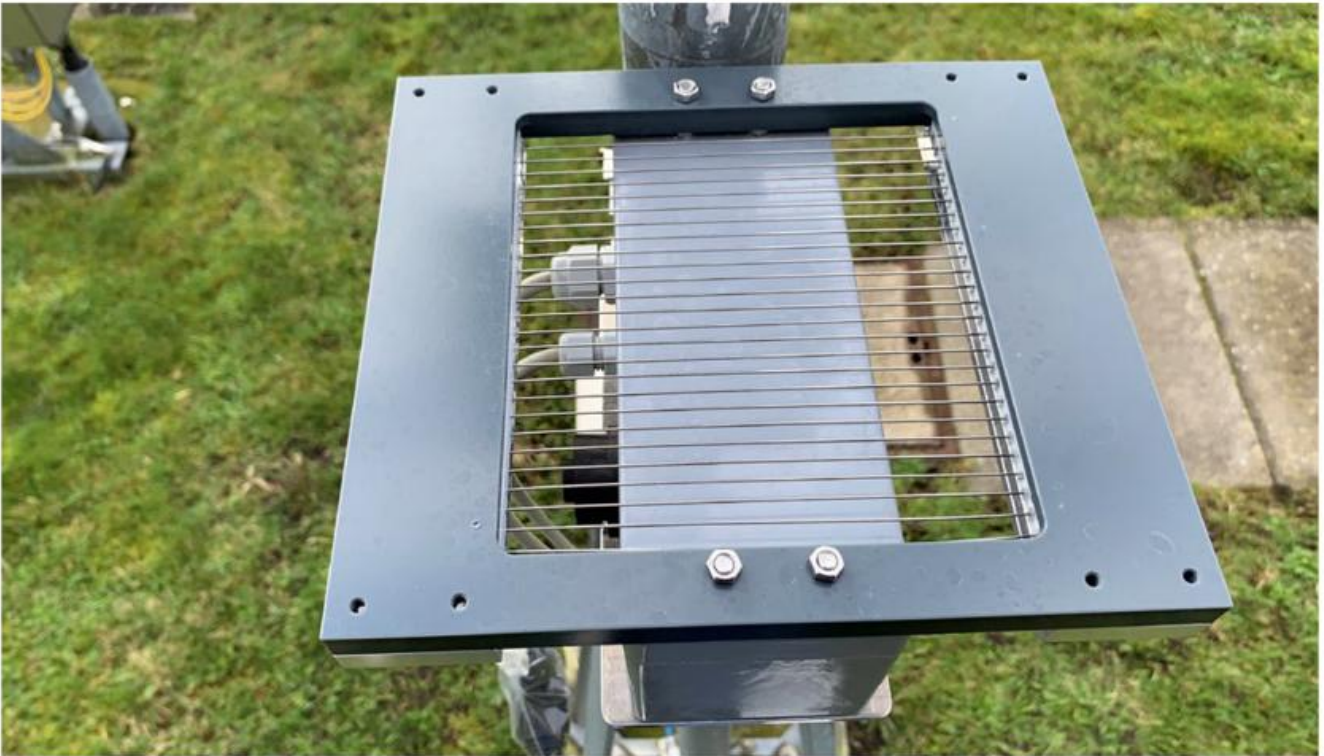


▲ Schematische Darstellung des Aerodrome-Weather-Systems (ADWX_System) zur vollautomatischen Erzeugung von Wettermeldungen für die Luftfahrt

und autoOBS produziert pro Flughafen auf drei georedundanten, virtuellen Servern. Das prozessorientierte Monitoring (POM) mit einer kontinuierlichen Überwachung (24/7/365) aller technischen Komponenten und aller Verfahren wurde weiter ausgebaut und soll 2020 vollendet werden.

Der für die Automation nötige Um- und Ausbau der Messfelder sowie die Installation der benötigten und bereits vorhandenen Messtechnik an den internationalen Verkehrsflughäfen konnte im Jahr 2019 abgeschlossen werden.

Anfang 2020 wurde die Beschaffung neuer Ceilometer (Laser-Wolkenhöhenmesser) abgeschlossen. Diese Geräte eignen sich besonders deshalb für flugmeteorologische Messungen, da auch tiefe Bewölkung zuverlässig detektiert wird. Zur technischen Abnahme der Ceilometer kam u. a. ein vom Meteorologischen Observatorium Lindenberg des DWD entwickeltes Referenzverfahren zur Bestimmung der Höhe der Wolkenuntergrenze zur Anwendung, bei dem mittels Bildanalyse von Kameraaufnahmen eines 300 m hohen Mastes die



▲ Prototyp der »Hagelharfe« (DWD-Patent), die von Firma Eigenbrodt GmbH & Co. hergestellt wird.

Basishöhen tiefer Wolken (Cloud Base Height, abgekürzt CBH) ermittelt werden.

Außerdem soll die meteorologische Messtechnik/Sensorik des Deutschen Wetterdienstes um Hageldetektoren ergänzt werden. In der Abbildung auf dieser Seite ist der Prototyp einer zu diesem Zweck konstruierten »Hagelharfe« zu sehen.

Zur Bestimmung unterkühlter Niederschläge wurde in den vergangenen Monaten im Rahmen einer Kooperation mit dem Kompetenzzentrum innovative Beschaffung des BMWi mit der Entwicklung eines neuartigen Eisdetektors begonnen. Parallel dazu wird im Projekt AutoMETAR auch die Entwicklung eines Detektionsverfahrens für unterkühlte Niederschläge auf der Basis von Temperatur- und Feuchteprofilen vorangetrieben. Die meteorologischen Messfelder sind bereits für den Betrieb der Hagel- und Eisdetektoren vorbereitet.

SESAR-Projekte

► SESAR2020-Programm

Der DWD unterstützt die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH beim Projekt PJ10.02 »Controller Tools and Team Organisation for the Provision of Separation in Air Traffic Management« innerhalb des SESAR 2020 Research and Innovation Programme. Ziel der Aktivitäten ist es, mit flugmeteorologischen Gefahren verbundene Wettererscheinungen, also »signifikantes Wetter«, in Air-Traffic-Management-Simulationen und in Controller-Support-Systemen besser abzubilden, um den Einfluss durch Wettergefahren zukünftig in praxi stärker berücksichtigen zu können. Für den unteren Luftraumsektor des Area Control Centers Bremen wurden 2019 Simulationsexperimente mit Fallbeispielen signifikanter konvektiver Wetterereignissen und signifikanter Windsituationen durchgeführt.

► **Implementierungsprojekt System Wide**

Information Management (SWIM) Governance

SWIM besteht aus Standards, Infrastruktur und Unternehmensführung (»Governance«), die das Management von ATM-Informationen und deren Austausch zwischen qualifizierten Parteien über interoperable Dienste ermöglichen sollen. Der DWD beteiligt sich in diesem Projekt als Partner im Namen von EUMETNET bei der Definition von Regelwerken, der zukünftigen Organisation und Entscheidungsprozessen, rechtlichen und finanziellen Aspekten sowie den gemeinsamen Komponenten, etwa dem SWIM-Register. Das Projekt wurde zur Überführung in die Praxis bis Ende Juni 2020 erneut kostenneutral verlängert, da die Abstimmungen zu einer vertraglichen Kooperation und die Einführung der Diskussions- und Entscheidungsboards nicht abgeschlossen werden konnte.

Darüber hinaus wurde die Grundlage für einen engen Austausch mit Standardisierungsorganisationen wie EUROCAE geschaffen. Der DWD engagiert sich auch deshalb verstärkt in der Arbeitsgruppe zum SWIM-Register, weil dort die Veröffentlichung von Services stattfindet und diese Schnittstelle für MET-GATE-Services sowie die eigenen MET-SWIM-Services notwendig ist.

► **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 wird nun im aktuellen SESAR-Implementierungsprojekt MET-GATE für den praktischen Betrieb weiterentwickelt. Météo France leitet das Projekt. Die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) und EUROCONTROL sind als Nutzer und somit zur Validierung der End-to-End-Verbindung eingebunden.

Bereits im Vorjahr wurden die zukünftigen Funktionen des MET-GATE-Systems mit den Partnern abgestimmt und untergeordnete Spezifikationen diskutiert. Daraus hat sich ergeben, dass die jeweilige Kundenverbindung direkt von den nationalen Zugriffspunkten, veröffentlicht im SWIM-Register, erfolgen soll. Die Implementierung einer zentralen Systemkomponente zur Verteilung der Anfragen an die nationalen Zugriffspunkte kann innerhalb des Projektzeitraumes nicht umgesetzt werden. Übergeordnetes Ziel des MET-GATE-Projektes ist die operationelle und vereinheitlichte Bereitstellung von MET-SWIM-Services, vor allem für die harmonisierten Produkte aus den beiden anderen Implementierungsprojekten (Adverse Weather und 3D Radar).

Innerhalb des DWD wurde zunächst auf die Servicebereitstellung von OPMET-Daten (METAR, SPECI, TAF und SIGMET) fokussiert, die mit der DFS und EUROCONTROL gemeinsam getestet werden. Weiterhin wird an einem Service mit Rasterdaten (METGriddedDataService) gearbeitet, um neben dem OPMET-Daten-Service auch Dienste für die harmonisierten Produkte bereitstellen zu können.

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

OPMET-Daten werden momentan in Form codierter Textgruppen auf elektronischem Wege international verteilt (TAC – Traditional Alphanumeric Code). Mit der 78. Änderung des Anhangs 3 der Konvention der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO Annex 3, gültig seit November 2018) sollen zukünftig OPMET-Daten digital in einem global interoperablen Informationsaustauschmodell auf Basis von XML/GML (Extensible Markup Language/Geographic Markup Language) adressiert werden. Bereits 2018 wurde der prä-operationelle Betrieb dafür

eingrichtet und getestet, weitere Entwicklungsarbeiten für den Umstellungsprozess von METAR, TAF und SIGMET sind im Gange. Diese Maßnahmen werden durch das BMVI-Projekt Expertennetzwerk »Wissen-Können-Handeln«, Themenfeld 4 »Digitale Technologien konsequent entwickeln und anwenden«, von 2016 bis 2019 durch Personalmittel unterstützt.

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

Im Berichtsjahr konnten die im SESAR-Projekt WP 11.2 bereits als Prototypen entwickelten, harmonisierten Vorhersageprodukte für signifikante Wettererscheinungen, wie Vereisung, Turbulenz, starke Konvektion und Winterwetterereignisse in den Echtzeit- und teilweise bereits prä-operationellen Betrieb übernommen werden.

Das Projekt wurde bis Ende September 2021 für den DWD kostenneutral verlängert, der als Gesamtprojektleiter auch federführend bei der Harmonisierung integrierter Vereisungsprognosen ist. Zur Integration werden die modellbasierten Vorhersagen von Météo-France und Met Office mit dem deutschen ADWICE-System über eine Regressionsbeziehung verknüpft. Für die integrierte Konvektions- bzw. Schauer- und Gewittervorhersage werden die nationalen, hochaufgelösten Vorhersageprodukte der beteiligten Partner in den Überlappungsgebieten zusammengeführt. Außerdem versucht man, die Qualität der Winterwetterprodukte durch eine Kombination unterschiedlicher Modelleingangsdaten zu erhöhen.

Die zukünftige Abgabe über webbasierte Dienste an Endkunden wie EUROCONTROL wird eng mit dem Projekt MET-GATE und dem SWIM-Governance-Projekt koordiniert.

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

Innerhalb dieses SESAR-Implementierungsprojektes arbeiten Met Office, Météo-France und DWD gemeinsam an der Inbetriebnahme verschiedener, auf Daten des Radar-Volumenscans basierender Verfahren, wie z. B. der Realisierung dreidimensionaler Konvektionsprodukte. Entsprechende Systeme werden beim Met Office und bei Météo-France eingerichtet. Zum Portfolio gehören radarbasierte Wettervorhersage- und Überwachungsprodukte für ganz Europa, in hochaufgelöster Form für die Functional Airspace Blocks (FAB) »European Central« und »UK-IRELAND«, sowie für verschiedene große Flughäfen und deren Terminal Control Areas (TCA) und außerdem für eine Auswahl zu überwachender Fluggebiete. Bereits vor zwei Jahren wurden die operationellen Anforderungen an die Eingangsdaten, das harmonisierte Endprodukt, die Produktionskette und die Produktbereitstellung abgestimmt und spezifiziert. Einzelne EUMETNET-Mitglieder gaben ihre Zustimmung zur Verwendung von Radardaten aus dem OPERA Data Hub zur Generierung der Radar-Komposits während der Projektphase. Die Nutzung der österreichischen Radardaten wurde durch eine bilaterale Vereinbarung zwischen dem Projektkonsortium und AustroControl gesichert. In einem 2019 initiierten EUMETNET TaskTeam on Aviation Data Exchange wird an einer allgemeinen Vereinbarung zur Verwendung der OPERA-Radardaten für das Verfahren und die Produktabgabe gearbeitet.



▲ Wetterradar und Superzelle bei New Underwood, South Dakota

PIREP-Kampagne TAPIR

Die Vollautomatisierung des synoptischen Messnetzes ist nicht ganz unproblematisch, birgt sie doch gegenüber den visuellen Beobachtungen von Ceiling und Sichtweite ein völlig anderes Fehlerverhalten in sich, was die fliegerische Entscheidungsfindung der nach Sichtflugregeln navigierenden Hubschrauberpiloten unter Umständen massiv beeinflussen kann. Um die Abweichungen zwischen automatisierten Algorithmen und menschlichen Augenbeobachtungen sowie die Bedingungen, unter denen sie auftreten, zu studieren, läuft im

DWD seit geraumer Zeit mit dem Projekt TAPIR (TARgeted PIRep campaign) eine Kampagne zur gezielten Gewinnung sogenannter PIREPs (Pilot Weather Report) durch Helikopterpiloten von Polizei, Bundeswehr und Rettungsflugdiensten. 2019 war nun genug auswertbares Beobachtungsmaterial vorhanden und erste Schlussfolgerungen nähren die Hoffnung, dass durch systematische Einbeziehung von PIREPs ins Beobachtungsregime die Diskrepanz zwischen automatisch generiertem Messwert und visuellem Empfinden des Flugzeugführers gemildert werden kann.



Der nach schweren Monsunregenfällen überflutete Flughafen Chennai in Südindien (Chennai International Airport; VOMM; 12,99° N; 80,18° E; 16 m MSL) am 2. Dezember 2015, ©Indian Air Force, GODL-India, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45417328>



Wintermonsun und El Niño

Das Klima an der südindischen Koromandelküste ist überwiegend heiß und tropisch-wechselfeucht, mit jährlich ca. 1000 - 1500 mm Regen, sein Niederschlagsregime wird maßgeblich vom Indischen Monsun bestimmt. Allerdings ist - im Gegensatz zum größten Teil des Landes - der aus Nordost über den warmen Golf von Bengalen wehende Wintermonsun hier die Hauptregenzeit. In Wechselwirkung mit dem El-Niño-Phänomen kam es im Spätherbst 2015 zu verstärkter Tiefdrucktätigkeit in der Region, die den üblichen Monsunregen z. T. um einige hundert Millimeter Niederschlagssumme verstärkte. Weiträumige, verheerende Überschwemmungen waren die Folge.

Qualitätsmanagement

Der Deutsche Wetterdienst wurde 2019 nach DIN EN ISO 9001:2015 rezertifiziert und erfüllt damit auch weiterhin die sich aus der Mitwirkung der Bundesrepublik Deutschland an der europäischen Luftrauminitiative Single European Sky (SES) ergebenden Anforderungen in Bezug auf das Qualitätsmanagement (QM) im Flugwetterdienst laut Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011¹⁾. Die »äußere« Überwachung des Qualitätsmanagements im DWD erfolgt regelmäßig; sowohl in Form externer Audits durch unabhängige Prüfungsgesellschaften mit dem Ziel der Verlängerung des ISO-Zertifikates, als auch seitens des Bundesaufsichtsamtes für Flugsicherung (BAF) im Rahmen der Sicherheitsaufsicht. Ende 2019 erneuerte das BAF sein bereits 2007 an den DWD verliehenes »Zeugnis für Diensteanbieter« als MET Provider. Damit wird einerseits die langjährig hohe Qualität der Produkte und Dienstleistungen des DWD-Flugwetterdienstes belohnt, andererseits stellt der Deutsche Wetterdienst damit seine Zukunftsfähigkeit als Flugwetterdienst in Europa unter Beweis.

Die gesamte Geschäftstätigkeit des Deutschen Wetterdienstes ist prozessorientiert, dabei wurden drei Strategische Prozesse (SP) mit direkten Schnittstellen nach außen etabliert, und zwar Datengewinnung, Wettervorhersage sowie Klima- und Umweltservices. Der Managementprozess Flugwetterdienst (FWD) ist in den Strategischen Prozessen Wettervorhersage (WS) eingebettet und gliedert sich in aufgabenbezogene Teilprozesse (TP) und diese wiederum in Unterteilprozesse.

Die Definition der Prozesse, also deren Zweck, Ziele, Randbedingungen, Wechselwirkungen und Risiken ist in Prozessbeschreibungen hinterlegt, weitere Details finden sich in mitgeltenden Dokumenten wie z. B. in den Verordnungen und Betriebs-

Teilprozesse des Managementprozesses Flugwetterdienst (FWD)



vorschriften Nr. 7 (VuB 7) oder Notfallplänen. Die prozessorientierte Arbeitsweise im alltäglichen Dienstbetrieb unterliegt der Supervision von Prozessverantwortlichen, die sich auch um Bestand, Pflege und Weiterentwicklung von Prozessdokumenten kümmern. Die Datengewinnung sowie die Vermittlung der Flugwetterprodukte an unsere Kunden erfolgt über verschiedene Schnittstellen, die durch weitere spezifisch ausgerichtete Prozesse definiert sind. Selbstverständlich stellen umfangreiche Havarie- und Ausfallregelungen die kontinuierliche und qualitativ hochwertige Dienstleistung auch bei Störfällen sicher. Neben dem QM-System nach der Norm ISO EN 9001:2015 baut der DWD auch sein Sicherheitsmanagement (Safety Management) für den Flugwetterdienst im Sinne der SES-Vorgaben 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 akkre-

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 von Teilprozessen im Prozess Flugwetterdienst (FWD)

Teilprozess	Ziel	Kennzahl	Soll-Wert	Ist 2018	Ist 2019
Flugwetterüberwachung und Warndienst (FÜW)	Qualität	Formelle Güte Wetterwarnungen: Fehlerfreie Darstellung der Warnungen/ Gesamtzahl der herausgegebenen Warnungen	> 95 %	100 %	100 %
Flugwetterberatung und Vorhersagedienst (FBV, Teil 1 – Individuelle Flugwetterberatung)	Kundenzufriedenheit	Kundenzufriedenheit: Anzahl negativer Rückmeldungen an der Gesamtanrufrzahl	< 1 %	0,06 %	0,01 %
Flugwetterberatung und Vorhersagedienst (FBV, Teil 2 – Flugwettervorhersage)	Qualität ²⁾	Formale Korrektheit der TAFs	> 95 %	100 %	100 %
Kundenbetreuung und Vertrieb (FKV)	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 2 Tage	> 92 %	97,4 %	98 %
Kundenbetreuung und Vertrieb (FKV)	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 5 Tage	> 96 %	99,1 %	99 %
Kundenbetreuung und Vertrieb (FKV)	Termintreue (Supportanfragen)	Anzahl gelöster Fälle pro Monat (R ₃₀)	> 99 %	100 %	100 %

2) Inhaltliche Güte der Flughafenvorhersagen gemäß TAF Verifikationsverfahren, siehe Tabelle »KPI-Mittelwerte der 16 deutschen internationalen Verkehrsflughäfen«

ditiert. Zur regelmäßigen Überprüfung der Zielerreichungsgrade und Steuerung der Prozessabläufe dienen die gemäß der ISO-Normen 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 QM-System definierten Zielgröße zugeordnet:

- ▶ Qualität,
- ▶ Termintreue,

- ▶ Systemverfügbarkeit und

- ▶ Kundenzufriedenheit.

In den Tabellen auf den Seiten 53, 54 und 55 finden Sie beispielgebend ausgewählte Kennzahlen von Teilprozessen des Prozesses Flugwetterdienst sowie zweier Teilprozesse innerhalb des Prozesses Atmosphärenbeobachtung, der in den Strategischen Prozess Datengewinnung eingebettet ist.

Kennzahlen im Teilprozess Flugmeteorologische Gutachten und Auskünfte (FGA)

Qualitätsmerkmal	Soll	für Antwort(en)	Ist 2019
Termintreue: angemessener Bearbeitungszeitraum	60 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	100 %
Kundenzufriedenheit: gute Erreichbarkeit des Ansprechpartners	70 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	88,9 %
übersichtliche Struktur des Dokumentes	90 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	100 %
objektive Darstellung und Beurteilung der Wetterbedingungen	60 %	»trifft zu«	96,2 %
spezifische Fragestellungen werden beantwortet	80 %	»trifft zu«	88,5 %
Aussagen sind verständlich und nachvollziehbar	80 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	91,7 %
gute Veranschaulichung der Wetterverhältnisse durch Tabellen, Grafiken und/oder Karten	70 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	88,9 %
ausreichende Erläuterung von Fachbegriffen	70 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	92,3 %
Kundenzufriedenheit: fachlichen Aussagen haben Auftraggeber (m/w) weitergeholfen	70 %	»trifft zu« plus »trifft eher zu«	100 %

Kennzahlen zweier Teilprozesse im Prozess Atmosphärenbeobachtung für das Jahr 2019

Teilprozess	Ziel	Kennzahl ³⁾	Soll	Ist
Radiosondenstationen	Gewinnung und Bereitstellung für die Wettervorhersage wichtiger Vertikalprofile meteorologischer Parameter	1) Datenverfügbarkeit zweier täglicher Aufstiege um 00 und 12 UTC	98,50 %	99,90 %
		2) Verfügbarkeit kompletter Meldung des aktuellen Aufstiegs in der Datenbank zum Termin z + 100 min	> 95 %	98,8 %
		3) Verfügbarkeit der Meldung bis 100 hPa Höhe des aktuellen Aufstiegs in der Datenbank zum Termin z + 50 min	> 95 %	99,7 %
		4a) gestartete Radiosondierung erreicht 100 hPa Höhe	> 95 %	99,8 %
		4b) gestartete Radiosondierung erreicht 50 hPa Höhe	> 90 %	97,8 %
Windprofiler	Gewinnung und Bereitstellung qualitativ hochwertiger Windprofilersondierungen im geforderten Zeitrahmen	Verfügbarkeit der Windprofilersysteme (gemittelt über 4 Standorte und 12 Monate)	> 97 %	98,8 %

3) Kennzahl 1 bis einschl. 4b gemittelt über 8 Standorte und 12 Monate

Verifikationsverfahren für TAF

Um die Qualität bzw. Qualitätsverbesserungen des Teilprozesses Flugwetterberatung und Vorhersagedienst (FBV)/Teil 2 - Flugwettervorhersage beurteilen zu können, werden für die internationalen Flughäfen Deutschlands im Rahmen eines MET-Alliance-Projektes (siehe Kapitel 1.2 ab Seite 10) routinemäßig Verifikationen von Flughafenvorhersagen (Terminal Aerodrome Forecast - TAF) durchgeführt. Die nachstehende Tabelle zeigt die Kriterien, die für die wichtigsten flugmeteorologischen 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 Zielgröße 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. Die Sollwerte liegen 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 allen Parametern erreicht wurden, zu einem guten Teil auch die Zielwerte. Der Vergleich zum Vorjahr zeigt im Som-

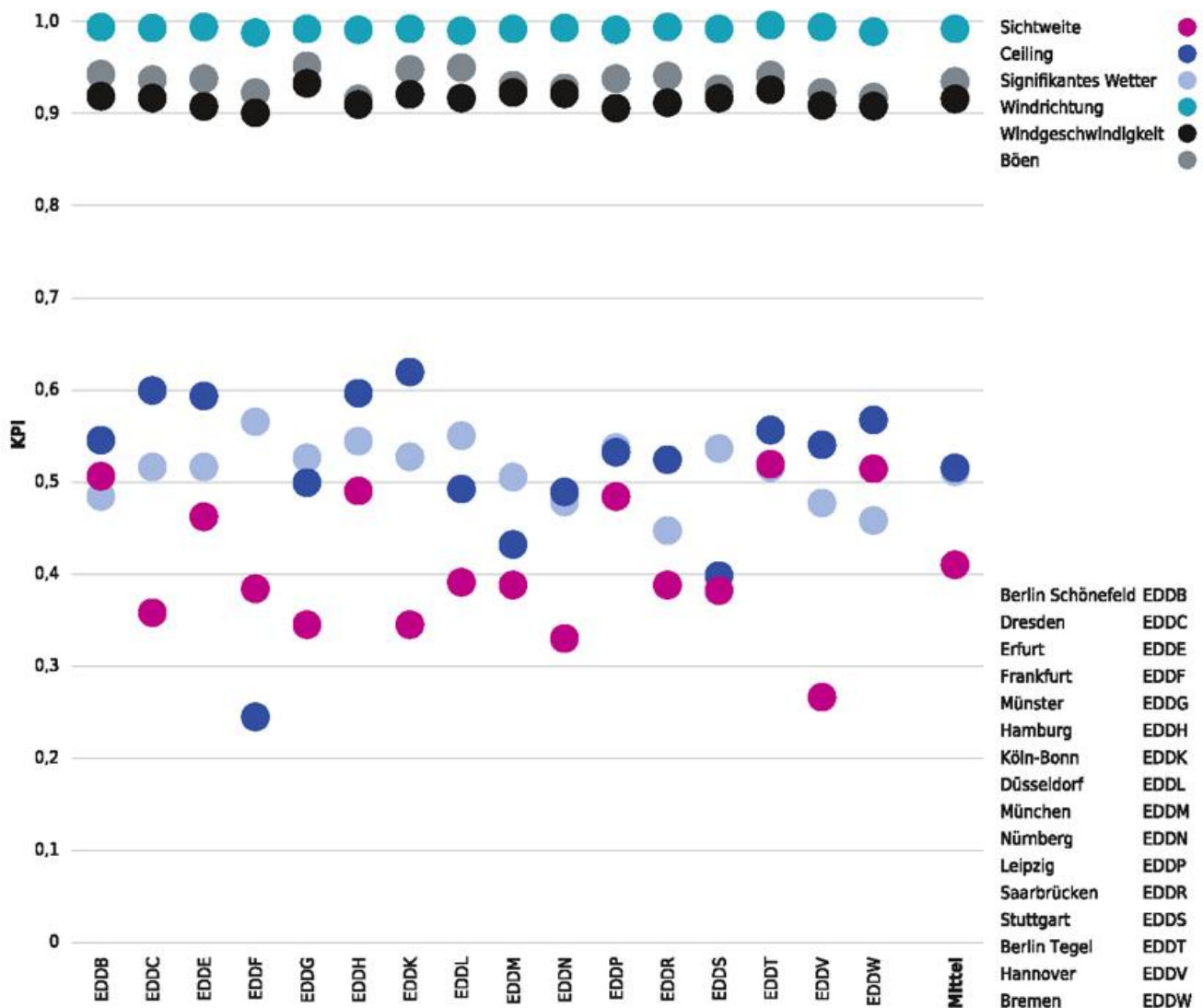
merhalbjahr bei mehreren Parametern eine leichte Verbesserung des KPI, im Winterhalbjahr ergab sich vor allem bei Sichtweite und signifikantem Wetter eine deutliche Steigerung.

Aus den Diagrammen des KPIs für Vorhersagezeiten von bis zu 10 Stunden für das Sommerhalbjahr 2019 auf Seite 57 sowie für das Winterhalbjahr 2019/2020 auf Seite 58 ist ersichtlich, dass im Zeitraum von April 2019 bis März 2020 für fast alle flugmeteorologischen Parameter die Mindest- und meistens auch die Zielerfordernisse erfüllt worden sind. Die Windprognosen (Windrichtung,

KPI-Mittelwerte der 16 deutschen internationalen Verkehrsflughäfen

Parameter (Kennung)	Soll-Wert	KPI Sommer 2019 (Sommer 2018)	KPI Winter 2019/20 (Winter 2018/19)
Sichtweite (VIS)	$\geq 0,30$	0,41 (0,39)	0,49 (0,43)
Ceiling (CLD)	$\geq 0,30$	0,52 (0,50)	0,56 (0,57)
Signifikantes Wetter (WX)	$\geq 0,30$	0,51 (0,48)	0,45 (0,39)
Windrichtung (DD)	$\geq 0,80$	0,99 (0,99)	0,99 (0,99)
Windgeschwindigkeit (FFD)	$\geq 0,90$	0,92 (0,92)	0,99 (0,91)
Böen (FFXD)	$\geq 0,90$	0,93 (0,93)	0,94 (0,95)

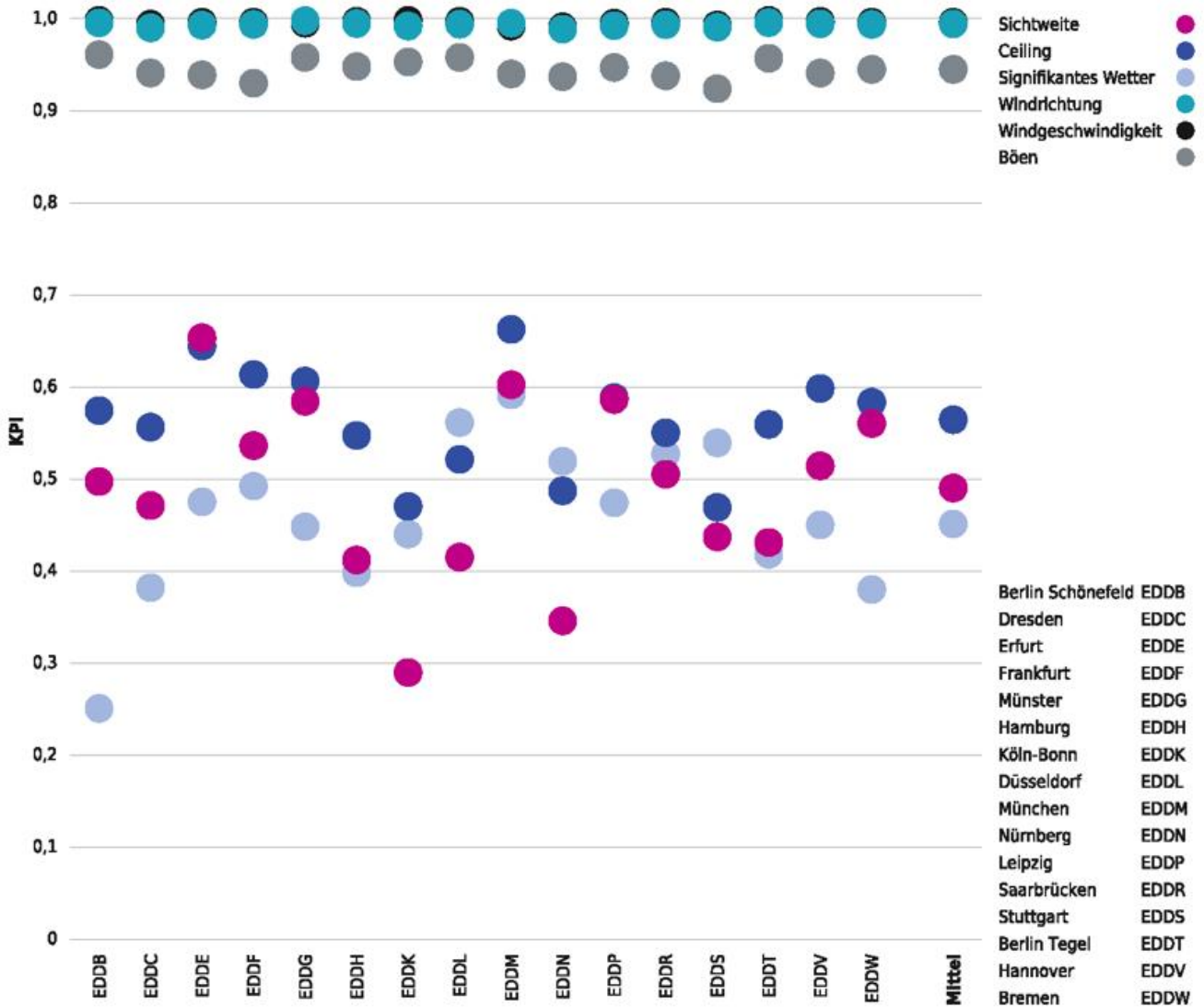
TAF Key Performance Indicators für Vorhersagezeit 0 - 10h (Sommerhalbjahr: April 2019 - September 2019)



-geschwindigkeit und -böen) liegen allesamt über den Zielwerten des KPI. Auch bei den komplexeren, schwieriger vorherzusagenden Parametern Sichtweite, Ceiling und Signifikantes Wetter konnte mit Überschreiten des KPI-Mindest- und des KPI-Zielwertes größtenteils eine gute bis sehr gute Prognosequalität erreicht werden. Im Falle der Sichtweite gibt es weiterhin Verbesserungs-

potential für Hannover (Sommerhalbjahr) und Köln (Winterhalbjahr), wo Probleme bei der Vorhersage von Sichten unter 1500 m auftraten; konkret wurden bei wenigen Prognosetreffern einige Nebelsituationen mit Sichtweiten unter 350 m verpasst. Beim Signifikanten Wetter zeigten sich im Winter Probleme am Flughafen Berlin-Schönefeld, hier wurde gefrierender Nebel schlecht erfasst.

TAF Key Performance Indicators für Vorhersagezeit 0 - 10h (Winterhalbjahr: Oktober 2019 - März 2020)



Bei der Prognose der Höhe der Wolkenuntergrenze (Ceiling) gab es im Sommerhalbjahr 2019 in Frankfurt Schwierigkeiten, die Bewölkung unterhalb 1000 ft in ihrem zeitlichen Verlauf korrekt vorherzusagen, da sowohl verpasste Ereignisse als auch Fehlalarme noch zu häufig auftraten.

Wie diese kleine Auswertung zeigt, können wir durch routinemäßige Verifikation unserer Vorhersageergebnisse beobachteten Auffälligkeiten gezielt nachgehen und deren Ursachen beseitigen, unser Qualitätsmanagement wird sozusagen in jedem einzelnen flugmeteorologischen Parameter alltäglich »gelebt«.



▲ Ein kräftiger Nordostpassat weht über dem Nordatlantik. Während im Luv der Kanarischen Inseln die Wolkenbildung durch Staueffekte verstärkt wird, sind die Lee-Bereiche weitgehend wolkenfrei.



Blitzeinschlag am Horizont des Arabischen Meeres, 2. November 2002, USS Abraham Lincoln (CVN 72), von Mate 2nd Class Aaron Ansarov, U.S. Navy, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=208023>

Gewitter am Ende der Regenzeit

Das Arabische Meer und seine Anrainer liegen in den Subtropen und Tropen. Wetter und Klima werden vom Monsun bestimmt. Mit dem winterlichen Nordostmonsun (November bis März) geht bei milden bis warmen Temperaturen die Trockenzeit einher, der Südwestmonsun (April bis November) dagegen bringt die je nach Lage unterschiedlich ausgeprägte regnerische Jahreszeit. Die Monsunniederschläge sind meist konvektiv durchsetzt, so dass auch gegen Ende der Saison im Spätherbst kräftige Gewitter anzutreffen sind. Die grüne Farbe der Maschinen auf dem Flugdeck lässt sich durch Reflektion des Lichtes an den Schiffsaufbauten erklären.



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 für die Erfassung/Ermittlung sowohl der Ist-, als auch der Plan-Kosten des Flugwetterdienstes (FWD) Anwendung. In die Met-Komponente des Gebührensatzes werden nur die Direct Costs als abrechnungsfähige Kostenbestandteile für den Instrumentenflug (IFR) angesetzt und in Rechnung gestellt.

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. 2019 betragen die Gesamtkosten für den DWD 356.952 Tsd. EUR, wovon 25 % den Direct Costs und 75 % den Core Costs zugerechnet werden. Der prozentuale Anteil der Direct Costs an den Gesamtkosten DWD für das Abrechnungsjahr 2019 zum Vorjahr 2018 ist von 23 % auf 25 % angestiegen, welches sich auch im Anstieg des prozentualen Anteils der IFR-Direct Costs an den DWD-Direct Costs von 17,5 % für 2018 auf 18,4 % für 2019 darstellt.

Plan- und Ist-Kosten

Die Gesamtkosten des Flugwetterdienstes erhöhten sich für 2019 um knapp 17 % gegenüber der Vorjahressumme, nämlich von ca. 15,6 Mio. EUR im Jahr 2018 auf ca. 18,3 Mio. EUR im Jahr 2019, dementsprechend um etwa 2,6 Mio. EUR.

In der nachstehenden Tabelle »Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD - Aufstellung der FWD-Kosten ›Ist‹ für 2018 sowie ›Plan‹ und ›Ist‹ für 2019 (in Tsd. EUR) nach An-/Abflug und Strecke (in %)« sind die Plan- und Ist-Zahlen des Flugwetterdienstes nach Kostenarten, IFR und VFR sowie nach den Anteilen des An-/Abfluges und der Strecke untergliedert dargestellt.

Der Vergleich zwischen den direkten Plan- und Ist-Kosten für das Berichtsjahr 2019 zeigt, dass sich einige Parameter anders entwickelt haben als zunächst angenommen. So sind die direkten Ist-Personalkosten 2019 aufgrund der zu hoch geplanten direkten Vorleistungen für flugmeteorologische Produkte um ca. 640 Tsd. EUR niedriger ausgefallen. Auch bei den Betriebskosten sind geringere direkte Ist-Kosten von ca. 190 Tsd. EUR durch zu hoch geplante direkte Vorleistungen für FWD-Produkte angefallen. Im Bereich der Abschreibungen wurde 2019 hingegen ein Anstieg der Kosten im Rahmen der Operationalisierung

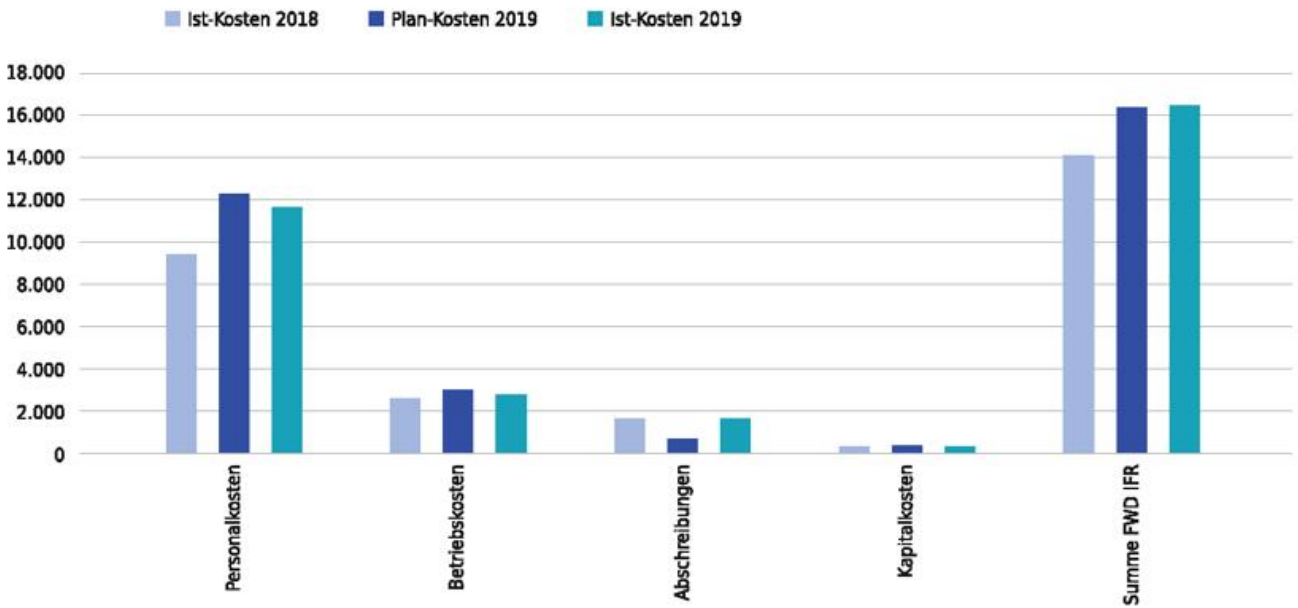
Kennzahlenauswertungen zu Direct Costs und Core Costs

DirectCosts und Core Costs des Deutschen Wetterdienstes (absolut und relativ)	Ist 2018		Plan 2019		Ist 2019	
	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil
DirectCosts DWD	80.457	23 %	86.138	24 %	89.364	25 %
Core Costs DWD	262.873	77 %	269.404	76 %	267.588	75 %
Summe (Gesamtkosten DWD)	343.330	100 %	355.543	100 %	356.952	100 %
Anteil Direct Costs IFR an Direct Costs des DWD	14.097	17,5 %	16.382	19,0 %	16.482	18,4 %

Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD - Aufstellung der FWD-Kosten »Ist« für 2018 sowie »Plan« und »Ist« für 2019
 (in Tsd. EUR) nach An-/Abflug und Strecke

Kostenarten und Anteile	2018 Ist	2019 Plan	2019 Ist
Summe IFR-Kosten FWD	14.097	16.383	16.482
davon			
IFR An-, Abflug	3.387	3.364	4.323
IFR Strecke	10.710	13.019	12.159
Personalkosten IFR,	9.452	12.307	11.670
davon			
An-/Abflug	2.271	2.527	3.061
Strecke	7.181	9.780	8.609
Betriebskosten IFR,	2.619	3.003	2.815
davon			
An-/Abflug	629	617	738
Strecke	1.990	2.386	2.076
Abschreibungen IFR,	1.676	682	1.661
davon			
An-/Abflug	403	140	436
Strecke	1.273	542	1.226
Kapitalkosten IFR,	351	391	336
davon			
An-/Abflug	84	80	88
Strecke	266	311	248
VFR-Kosten FWD	1.514	1.760	1.771
FWD-Kosten gesamt	15.612	18.142	18.253
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	24,0%	20,5%	26,2%
Anteil Strecke an IFR	76,0%	79,5%	73,8%
DWD-Kosten gesamt	343.330	355.543	356.952
Anteil FWD an DWD gesamt	4,5 %	5,1 %	5,1 %
Anteil FWD-IFR an DWD gesamt	4,1 %	4,6 %	4,6 %
Anteil FWD-VFR an DWD gesamt	0,4 %	0,5 %	0,5 %

Vergleich der IFR-Plan- und Ist-Kosten für die Jahre 2018 bis 2019 in Tsd. Euro

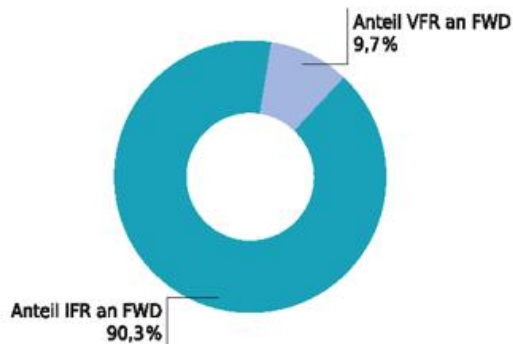


und Weiterentwicklung von LLWAS und der damit verbundenen Anlagenaktivierungen um ca. 1 Mio. EUR verzeichnet, welche im Planansatz für 2019 aus dem Jahr 2016 noch nicht enthalten waren. Die direkten Kapitalkosten 2019 sinken bedingt durch die Verzinsung des etwas niedrigeren bestehenden Anlagevermögens um ca. 60 Tsd. EUR. Insgesamt wird dadurch für den Bereich der meteorologischen

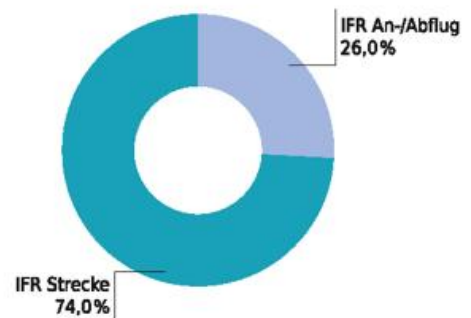
Kosten gegenüber dem Planansatz ein um ca. 100 Tsd. EUR höheres FWD-IFR-Ist-Kostenergebnis für das Abrechnungsjahr 2019 ausgewiesen.

Für das Jahr 2019 wurden für den FWD direkte Ist-Kosten (DirectCosts) in Höhe von 16.482 Tsd. EUR ermittelt. Als Basis für die Ermittlung der IFR-/VFR-Anteile am Leistungsspektrum der flugmeteorologischen Sicherung der Luftfahrt

Verteilung der FWD-Kosten auf IFR und VFR



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

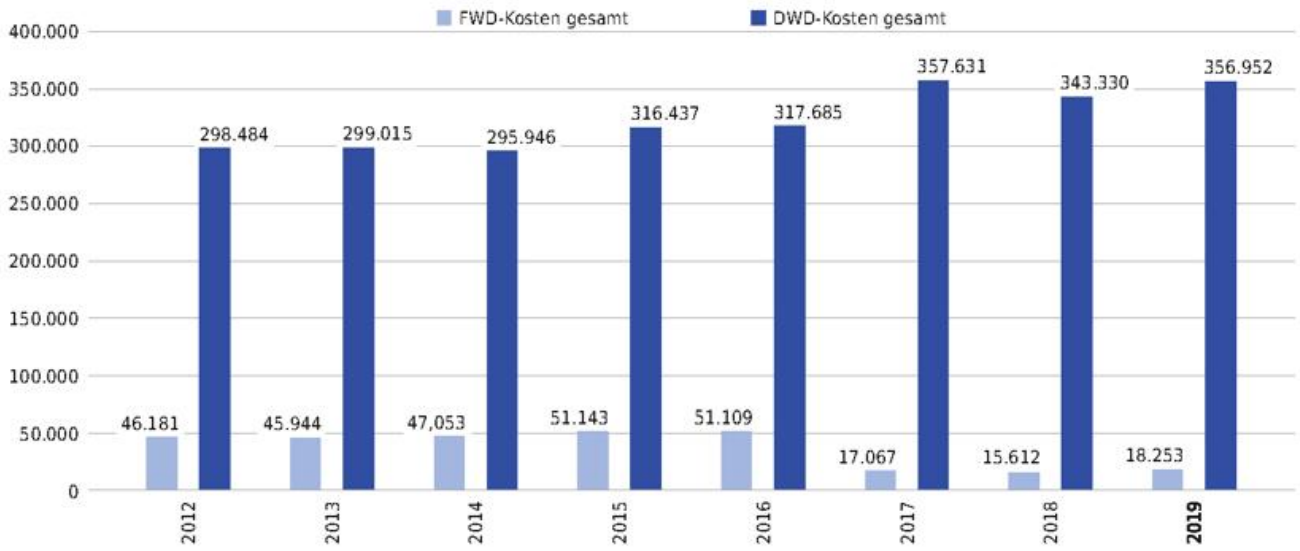


durch den DWD dienen die erfassten Personalaktivitätsdaten. Diese mit dem BMVI abgestimmte Kostenbemessungsgrundlage für Flugsicherungsgebühren wurde zum Zeitpunkt der Anmeldung der Determined Costs für den Performance Plan zur Referenzperiode 2 (SES-II-Verordnungen) berechnet. Sie wird somit gleichbleibend auch für das Abrechnungsjahr 2019 verwendet, sodass die Verteilung der IFR-/VFR-Anteile weiterhin zu 90,3 % vs. 9,7 % vorgenommen wird.

Ein Blick auf das Verhältnis von An-/Abflug zu Strecke zeigt, dass sich dieses im Jahr 2019 aufgrund stärkerer Inanspruchnahme der genutzten Kostenträgerleistungen im DWD in Richtung An-/Abflug entwickelte und damit für das letzte Jahr der Referenzperiode 2 eine Verteilung auf An-/Abflug mit 26 % und auf Strecke mit 74 % erfolgte.

▼ »Christoph 2« vor der Frankfurter Skyline

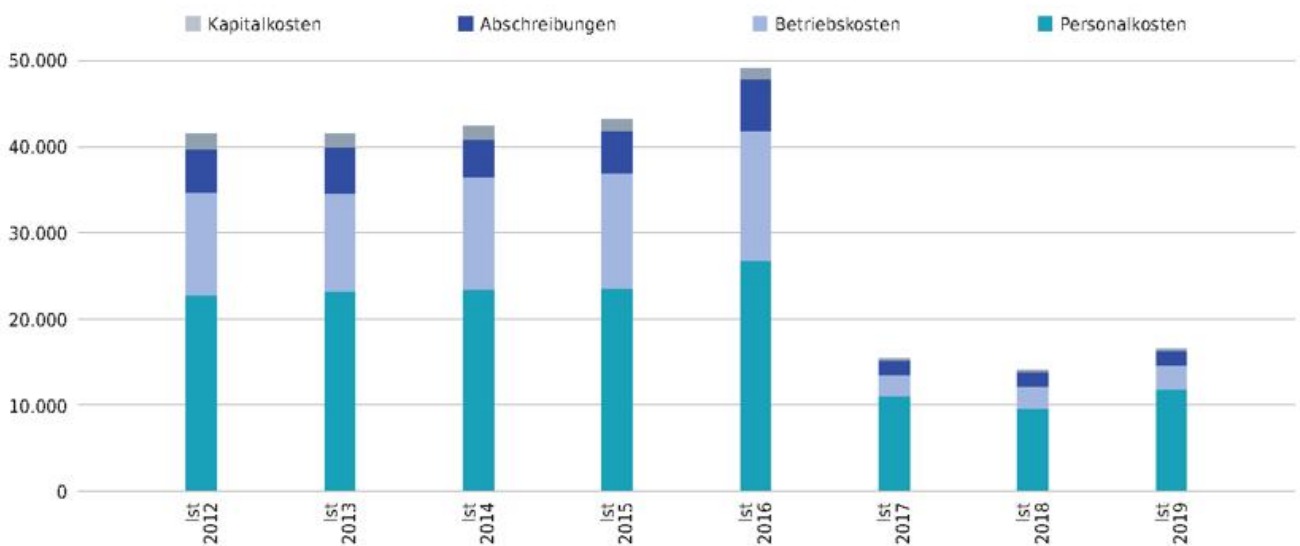


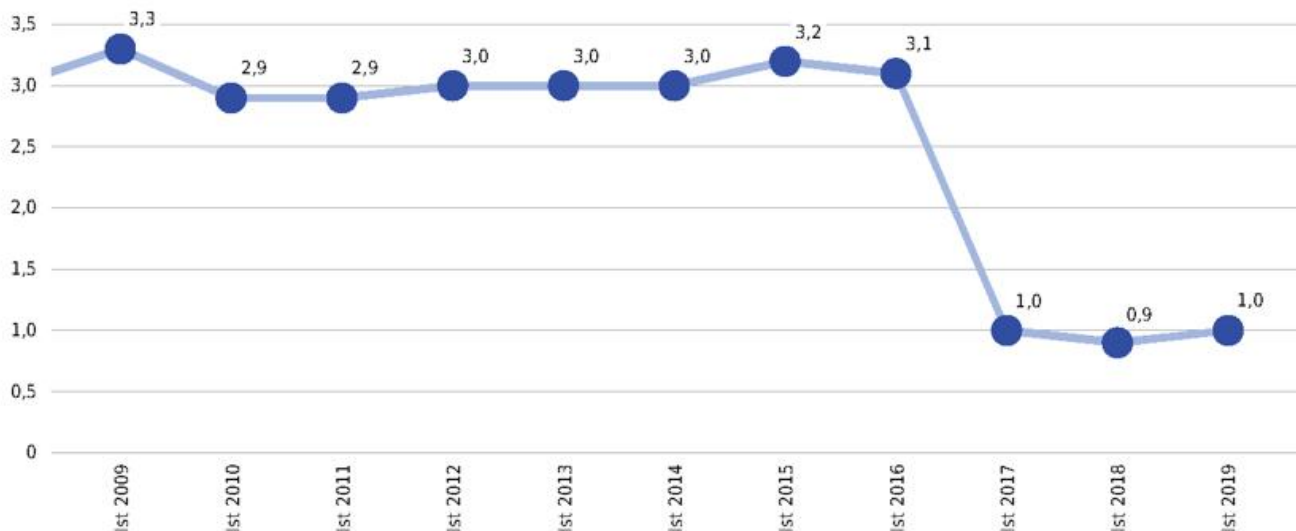
Entwicklung der Ist-Kosten für DWD und FWD seit dem Jahr 2012 in Tsd. Euro


Kostenentwicklung

Betrachtet man die Entwicklung der IFR-Ist-Kosten des Flugwetterdienstes im Vergleich zu den DWD-Kosten insgesamt für den Zeitraum beginnend ab

der Referenzperiode 1 im Jahr 2012, wird die Auswirkung der Umstellung der Abrechnungssystematik auf DirectCosts ab dem Jahr 2017 anhand deutlich sinkender Kosten für den Flugwetter-

Entwicklung der FWD-Ist-Kosten für den Bereich IFR von 2012 bis 2019 in Tsd. Euro (ab 2017 Direct Costs)


Wirtschaftlichkeit - Entwicklung der Service Unit Costs in EUR/Service Unit (ab 2017 Direct Costs)


dienst ersichtlich. Wie in der Grafik auf Seite 66 oben veranschaulicht, beträgt der Kostenanteil des FWD an der Gesamtkostenbasis des DWD im Jahr 2019 nur noch ca. 5 % bzw. 18.253 Tsd. EUR.

Auch bei der Kostenentwicklung der einzelnen IFR-Kostenarten zeigt sich diese Entwicklung. Hierbei ist der deutliche Rückgang der Kosten in allen Kategorien im nebenstehenden Diagramm zur Kostenentwicklung der FWD-IFR-Kosten über den Zeitraum 2012 - 2019 in seinen Einzelpositionen ablesbar. Den größten Kostenblock bei Abrechnung nach Direct Costs stellen hierbei weiterhin die Personalkosten dar.

Wirtschaftlichkeit

Die Entwicklung der sog. Service Unit Costs kann als Maß für die Wirtschaftlichkeit herangezogen werden. In den Jahren 2009 - 2016 war eine relativ gleichbleibende Entwicklung der Kosten für eine Service Unit von ca. 3 EUR für die beiden IFR Bereiche An-/Abflug und Strecke zu verzeichnen. Ab dem Abrechnungsjahr 2017 sind die abrechenbaren Kosten für eine Service Unit bedingt durch die beschriebenen Maßnahmen stark zurückgegangen. Im Jahr 2019 konnte die Wirtschaftlichkeit relativ stabil gehalten werden, sodass die Kosten für eine Service Unit nur leicht auf ca. 1,0 EUR pro Einheit im Vergleich zum Vorjahr angestiegen sind (vgl. Diagramm oben).



Hong Kong International Airport (VHHH; 22,31° N; 113,91° E; 9 m MSL)
aus der Vogelperspektive, ©Wylkie Chan, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11251117>, 04. 07. 2010



Ein subtropischer Sommertag

Anfang Juli, um die Mittagszeit, Höchsttemperatur bis 35 °C. Normalerweise ist der Sommer in Hongkong regnerisch. Die Metropole liegt nahe des nördlichen Wendekreises, ihr Klima ist bei mittleren jährlichen Niederschlagsmengen von knapp 2400 L/m² subtropisch feucht und heiß, dabei besteht von Frühsommer bis Spätherbst die Gefahr vom Südchinesischen Meer heranziehender Taifune. Dagegen ist der kurze Winter zwischen November und Januar »warm und trocken«, wobei kräftige Kaltluftvorstöße von der asiatischen Landmasse, auch mit negativen Temperaturen in höheren Lagen Hongkongs, selten aber nicht unmöglich sind.

Was bringt die Zukunft?

Reiseunternehmen verschwinden vom Markt, Flughäfen fertigen nur noch einen Bruchteil der gewohnten Verkehrsleistung ab und ganze Passagierflugzeugflotten sind »gegroundet« oder werden sogar ausgemustert - wegen der Corona-Pandemie steckt die Verkehrsluftfahrt in der schwersten Krise ihrer gut einhundertjährigen Geschichte. Aber es wird weitergehen, ob nun mit oder nach Corona. Allmählich wird der Luftverkehr wieder anlaufen und irgendwann auf den Wachstumspfad zurückfinden.

Auch wir im Deutschen Wetterdienst verfolgen unsere Aufgaben und Ziele weiter. Auf dem Gebiet der numerischen Wettervorhersage wird an der Assimilation zusätzlicher Satellitendaten gearbeitet und im Einklang mit dem Ausbau der Rechenleistung die Modellkette (ICON+COSMO) verbessert. Eine besonders für die Flugmeteorologie interessante Perspektive ist die auf der Kombination von Radarmessungen und Modellergebnissen beruhende »nahtlose« Wettervorhersage (Seamless Prediction - DWD-Projekt SINFONY), die den unmittelbaren Nowcasting-Bereich mit der Kürzest-

fristvorhersage verbindet. Außerdem spielen verfeinerte Anschlussverfahren eine immer wichtigere Rolle, bilden sie doch die Fortschritte in der Numerik, Messtechnik und Fernerkundung in verbesserten (teil-)automatischen Vorhersageprodukten ab.

Nicht zuletzt müssen Dienstleistungen und Produkte auch beim Kunden ankommen, sei es nun im Cockpit oder beim Air Traffic Management. Auf verschiedenen Ebenen beteiligt sich der Deutsche Wetterdienst, sei es im großen Rahmen von Single European Sky oder konkret vor Ort, an der Systemintegration flugmeteorologischer Informationen, und zwar sowohl aus technisch-organisatorischer als auch aus kommerzieller Sicht. Auch zukünftig werden der DWD und sein Flugwetterdienst als Partner der Luftfahrt bereitstehen und die meteorologische Sicherstellung der Fliegerei qualitativ und quantitativ kontinuierlich verbessern. Auch zukünftig werden der DWD und sein Flugwetterdienst als Partner und Dienstleister für die meteorologische Sicherung der Luftfahrt bereitstehen und mit Ihnen gemeinsam an den Zielen in den Bereichen Sicherheit, Umwelt, Kapazität und Kosteneffizienz arbeiten.



Abkürzungsverzeichnis und Glossar

AAK2P+	ASDUV_Auto-Klasse 2P+ im Projekt AutoMETAR	BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
ADWICE	Advanced Diagnosis and Warning system for Aircraft Icing Environments	BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
AERO	Luftfahrtmesse in Friedrichshafen	BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
AIREP	Air Report, Bericht des Luftfahrzeugführers, enthält Flugdaten und meteorologische Informationen	BUFR	Binary Universal Form for the Representation of meteorological data
AIRMET	Flugwetterwarnung vor weniger gefährlichen Wettererscheinungen für den unteren Luftraum	CAeM	Commission of Aeronautical Meteorology (WMO)
AMC	Acceptable Means of Compliance	CAVOK	Wetterbeschreibung in der Luftfahrt – »clouds and visibility okay«
ANS	Air Navigation Services (Flugsicherungsdienste)	CB oder Cb	Cumulonimbus
ASDUV	Automatisches System zur Datenerfassung und -verbreitung an Verkehrsflughäfen (DWD)	CBS	Commission for Basic Systems (WMO)
ATC	Air Traffic Control Service (Flugverkehrskontrolldienst)	CBH	Cloud Base Height
ATFM	Air Traffic Flow Management (Verkehrsflussregelung)	CD	Compact Disc
ATIS	Automatic Terminal Information Service	COSMO	Consortium for Small-scale Modelling
ATM	Air Traffic Management (Flugverkehrsmanagement)	COSMO-DE, -D2	auf Deutschland und die nähere Umgebung genestetes COSMO-NWV-System im Kurzfristbereich
AUTO	Code-Zusatz automatisch erstellter Flugplatzwettermeldungen	COSMO-DE-EPS	auf Deutschland und die nähere Umgebung genestetes COSMO-Ensemble-Vorhersagesystem im Kurzfristbereich
autoCLD	Verfahren zur Bestimmung der Bewölkung	COSMO-EU	auf Europa und den Nord-Atlantik genestetes COSMO-NWV-System im Kurzfristbereich
autoKON	Verfahren zur Bestimmung der Konvektion	DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
AutoMETAR	DWD-Projekt zur Automatisierung der Flughafenwettermeldungen	DACH-MWO	gemeinsames MWO für Deutschland, Österreich und die Schweiz
autoOBS	Verfahren zur Erstellung konsistenter Wettermeldungen	DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
autoPWX	Verfahren zur Bestimmung des gegenwärtigen Wetters und des vergangenen signifikanten Wetters	DIN EN	Deutsche Industrie Norm e. V., Europäische Norm
AutoTAF	Projekt zur automatisierten TAF-Generierung	DIN ISO/IEC EN	Deutsche Industrie Norm e. V., Internationale Organisation für Normung der Internationalen elektrotechnischen Kommission
AVAC	Aviation Advisory Committee	DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
AVIMET	Aviation Meteorology (Arbeitsgruppe der EUMETNET)	DMI	Dänischer Wetterdienst
AWEM	Aviation Weather Event Manager	DRRN	ICAO-Code für den Flughafen Niamey
AWO	Automatischer (DWD-)Wolkenalgorithmus	DVO	Durchführungsverordnung, hier in der EU-Gesetzgebung
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung	DWD	Deutscher Wetterdienst
BCFG	Code für Nebelschwaden in Flugwetterprodukten	DWDG	Wetterdienstgesetz
BFU	Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung		
BIV-Brille	Bildverstärkerbrille		

DZ	Code für Sprühregen (Niesel) in Flugwetterprodukten	GAFOR	General Aviation Forecast
EANPG	European Air Navigation Planning Group	GAMET	General Aviation Meteorological Forecast, Area forecast for low level flights
EASA	European Aviation Safety Agency	GeoInfoDBw	Geoinformationsdienst der Bundeswehr
EDP	Eddy Dissipation Parameter	GG	Grundgesetz (der Bundesrepublik Deutschland)
EDPP	Eddy Dissipation Parameter Probability	GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
EDR	Eddy Dissipation Rate	GML	Geographic Markup Language
EDV	Elektronische Datenverarbeitung	HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
EMS	European Meteorological Society	HUEN	ICAO-Code für den Flughafen Entebbe International Airport
EnVar	Hybrides Datenassimilationssystem auf Ensemblebasis	IASI	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer
EPM	Edition-Production-Monitoring (Ninjo-Layer)	ICAO	International Civil Aviation Organization
EPS	Ensemble Prediction System	ICAO EUR/NAT	europäische Regionalgruppe der ICAO
EU	Europäische Union	ICICLE	In-Cloud ICing and Large-drop Experiment
EUMETNET	European Meteorological Services Network	ICON	ICOsahedral Nonhydrostatic (aktuelle Modellfamilie des DWD)
EUR/NAT-Region	ICAO-Region Europa und Nordatlantik	ICON-ART	Version des ICON-Modells zur Prognose atmosphärischer Schwebstoffkonzentrationen
EUR	ISO-4217-Code für die europäische Gemeinschaftswährung	ICON-EPS	Ensemble-basierte Version von ICON mit globaler Abdeckung
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Equipment	ICON-LAM	ICON mit hoher regionaler Auflösung
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation	IFR	Instrument Flight Rules
EZMW	Europäisches Zentrum für mittelfristige Vorhersagen	IMuK	Institut für Meteorologie und Klimatologie der Universität Hannover
FAA	Federal Aviation Administration (Luftfahrtbehörde der USA)	ISO	einheitliche Kurzbezeichnung für die Internationale Organisation für Normung/Standardisierung
FAB	Functional Airspace Block (EC=Europe Central, IR=UK-Ireland)	INT	Stabsstelle Internationale Angelegenheiten des DWD
FBV	Teilprozess Flugwetterberatung und Vorhersagedienst innerhalb des Managementprozesses FWD	IT	Informationstechnologie
FE	Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung des DWD	IWXXM	ICAO Meteorological Information Exchange Model
FMI	Nationaler Wetterdienst Finnlands	JVEG	Justizvergütungs- und Entschädigungsgesetz
FWD	1.) Flugwetterdienst, 2.) Managementprozess Flugwetterdienst im QMS des DWD	KIT	Karlsruhe Institute of Technology
FTP	File Transfer Protocol	KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
		KONRAD	KONvektionsentwicklung in RADarprodukten
		KONRAD3D	Weiterentwicklung von KONRAD unter Ausnutzung von dreidimensionalen Radarkomposit-Daten

KPI	Key Performance Indicator (Leistungskennzahl)	MOG	Meteorological Operations Group, Arbeitsgruppe innerhalb der ICAO
KU	Geschäftsbereich Klima und Umwelt des DWD	MOS	Model Output Statistics
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Strategie im Qualitätsmanagement	MSC	Meteorological Service of Canada
L/m²	Liter pro Quadratmeter (= mm) Niederschlagsmenge	MTG	METEOSAT Third Generation
LBA	Luftfahrtbundesamt	MTSAT	japanisches satellitengestütztes Fernerkundungssystem
LBZ	Luftfahrtberatungszentrale	MWO	Meteorological Watch Office
LINET	Blitzortungssystem der Firma nowcast	NASA	National Aeronautics and Space Administration (USA)
LIZ	Lageinformationszentrum der DFS	NCM-Ww	NowcastMIX-Winterwetter
LLWAS	Low Level Wind-Shear Alert System	NinJo	IT-System zur Darstellung meteorologischer Informationen
LuftVG	Luftverkehrsgesetz	NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (USA)
LuftVO	Luftverkehrsordnung	NVF	Night Vision Forecast
MAB	Meteorological Airport Briefing	NWS	National Weather Service (USA)
MET	Meteorological Services im jeweiligen Zusammenhang	NWV	Numerische Wettervorhersage
MET-GATE	European MET Information Exchange (SESAR-Projekt)	Obs oder OBS	Observation (Beobachtung)
MET Alliance	Verbund aus neun europäischen Flugwetterdiensten	OPMET	Operationelle meteorologische Informationen
METAR	Flugplatzwettermeldung; frz. Météorologique Aviation Régulière, engl. Aviation Routine Weather Report	OPERA	Operational Program for the Exchange of Weather Radar Information
METG	Meteorology Group der EANPG	PANS	Procedures for Air Navigation Services
Météo France	Nationaler Wetterdienst Frankreichs	PC	Personal Computer
Met Office	Nationaler Wetterdienst des Vereinigten Königreichs	PB	Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft
MET Panel	Meteorologischer Fachausschuss der ICAO	pc_met	Seifbriefing-System für Flugwetterinformationen
MetReport/-Special	Meldungsart innerhalb ASDUV-E	PIREP	Pilot Report
Meteo Schweiz	Nationaler Wetterdienst der Schweiz	POLARA	Polarimetrisches Radar Software Framework
MEZ	Mitteuropäische Zeit	PRR	Performance Review Report (EUROCONTROL)
MHS	Microwave Humidity Sounder	QNH	mittels ICAO-Standardatmosphäre auf Meeresebene reduzierter Luftdruck
Mode-S	Betriebsart von Transpondern	QFF	unter Berücksichtigung der aktuellen Temperatur auf Meeresebene reduzierter Luftdruck
MOHP	Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg des DWD	QM(S)	Qualitätsmanagement(system)
		RA	Code für Regen in Flugwetterprodukten

RADAR	Radio Detection And Ranging	VOMM	ICAO-Code für den Flughafen Chennai
RHWAC	Regional Hazardous Weather Advisory Center	VuB	Vorschriften und Betriebsunterlagen
RUC	Rapid Update Cycle	VZÄ	Vollzeitäquivalent
SADIS	Secure Aviation Data Information Service	WAFS	World Area Forecast System
SAR	Search and Rescue	WAWFOR	World Aviation Weather Forecast
SES	Single European Sky	WIGOS	WMO Integrated Global Observing System
SESAR	Single European Sky ATM Research (Programme)	WMO	World Meteorological Organization
SFTP	Secure File Transfer Protocol	WMS	(Ninjo-)WebMapServices(-Layer)
SIGMET	Significant Meteorological Phenomena	WS	Strategischer Prozess Wettervorhersage im QMS des DWD
SINFONY	Integriertes Vorhersagesystem des DWD	WV	Geschäftsbereich Wettervorhersage
SKBO	ICAO-Code für den Flughafen Bogotá	WxVis4ATC	Weather Visualisation for ATC
SPECI	Sonderwettermeldung	XML	eXtensible Markup Language
SWIM	System Wide Information Management		
TAC	Traditional Alphanumeric Code		
TAF	Terminal Aerodrome Forecast		
TAPIR	TARgeted PIRep		
TI	Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb des DWD		
TP	Teilprozess im QMS		
TREND	TREND-Meldung: zweistündige Entwicklungsvorhersage flugbetrieblich wichtiger Änderungen des aktuellen Wetterzustandes, wird weiteren codierten Vorhersageprodukten angefügt		
UAC	Upper Air Control Center		
UAS	Unbemannte Luftfahrtsysteme (Drohnen)		
UN	United Nations bzw. Vereinte Nationen		
USAF	United States Air Force		
VAAC	Volcanic Ash Advisory Center		
VADUGS	Volcanic Ash Detection Utilizing Geostationary Satellites		
VCTS	Code für in der Nähe befindliche Gewitter in Flugwetterprodukten		
VFR	Visual Flight Rules		
VOLCEX	Volcanic Ash Exercise		

Herausgeber

Deutscher Wetterdienst (DWD)

Konzeption und Redaktion

Michael von Bierbrauer und Thomas Ruppert

Gestaltung und Satz

Karin Borgmann Grafikdesign
Weilrod/Ts.

Bildbearbeitung

Gesser-Service
Offenbach am Main

Druck

Heyne-Druck,
Offenbach am Main

Fotos

Titel: NOAA/NWS

Im Fokus: DWD, NOAA/NWS

Seite 3: Kirsten Bucher

Seite 4 (v.l.n.r. und v.o.n.u.): NOAA/NWS,
alle anderen siehe Vorsatzseiten der Kapitel 1-7

Seiten 8/9, 71: Thomas Ruppert, DWD

Seiten 14/15, 32, 33, 40, 41, 45: DWD

Seite 18: Gertrud Nöth, DWD

Seite 20: Karsten Friedrich, DWD

Seite 30: Udo Scheunig

Seite 34: Matthias Wandel, DWD

Seite 46: Dr. Eckhard Lanzinger, DWD

Seite 49: Eric Kurth, NOAA/NWS/ER/WFO/Sacramento

Seite 59: NASA,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=168095>

Seite 65: Marc Dickler; md-fotos.com

ISSN der Druck-Ausgabe: 1865-4487

ISSN der Online-Ausgabe: 2194-8291

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

Offenbach am Main 2020



Deutscher Wetterdienst

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

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

