



**Jahresbericht 2016**  
*Flugwetterdienst*

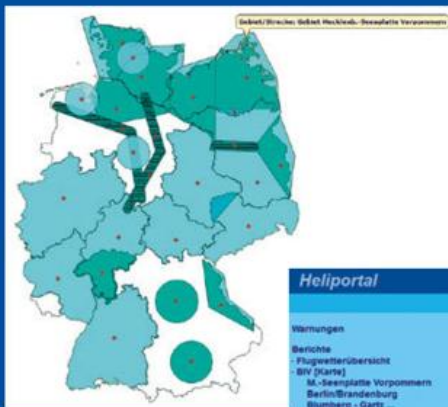


### Flugwetterbriefing für Helikopterflüge

Helikopter werden heutzutage in vielen Bereichen eingesetzt. Neben dem Polizei- und Rettungsflug werden Hubschrauber verstärkt auch für den Seelotsenversatz und für Transportflüge für die Öl-, Gas- sowie Offshore-Windindustrie genutzt. Auch zur Überwachung von Versorgungsleitungen, für Vermessungsflüge, zur Erstellung von Luftaufnahmen, zum Transport von Gütern in schwer erreichbaren Gebirgsregionen und in der Land- und Forstwirtschaft bieten Helikopter entscheidende Vorteile gegenüber Flugzeugen.

Zur Flugvorbereitung hat der verantwortliche Pilot (m/w) die Möglichkeit, eine individuelle telefonische Flugwetterberatung bei den Luftfahrtberatungszentralen des DWD zu erhalten oder diese über ein flugmeteorologisches Selbstbriefing durchzuführen.

Der Flugwetterdienst hat ein speziell für Helikopterflüge ausgerichtetes Flugwetterbriefingssystem mit der Bezeichnung Heliportal entwickelt. Dieses webbasierte Selbstbriefingssystem steht seit Mai 2016 den Kunden für die meteorologische Flugvorbereitung von Helikopterflügen zur Verfügung. Neben den aus pc\_met Internet Service bekannten Standardprodukten enthält das Heliportal Spezialprodukte wie die Nachtflugvorhersage mit BIV-Brille (Bildverstärkerbrille), die Hubschrauberberichte für den Rettungsflug und für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) sowie die Marinogramme und Seegangsvorhersagen für Helikoptereinsätze im Offshorebereich.



◀ Gebiete und Strecken, für die Nachtflugvorhersagen erstellt werden

Heliportal, ▶ Nachtflugvorhersage

**Heliportal**

Warnungen

Berichte

- Flugwetterübersicht
- BIV (Karte)
- St-Steckplatte Vorpommern
- Berlin/Brandenburg
- Blumberg - Gartz ...
- Blumberg - Rathenow
- Mecklenburg - Vorp...
- Sachsen - Anhalt...
- Sachsen
- Thüringen
- Rheinland - Pfalz
- Nordrhein - Westfalen
- Baden - Württemberg
- Hessen
- Südthessen
- Wesertalgebiet...
- Gilthorn - Hamburg
- Gilthorn - Kassel
- Hannover - Oldenburg
- Lübeck/Rostock - Elbe
- Nordostseekanal - Oa...
- Nürnberg - Nord...
- München
- Nürnberg
- Schwandorf - Freyung
- DWP Christoph 42 Bandelsburg
- ADAC Christoph 38 Sande
- DWP Christoph Niedersachsen Hannover
- 3-Tage-Prognose

LL-SWC

GAFOR

METAR/TAF

Aktuelles Flugwetter

NowCast/MIX-Aviation

Radar/Witzkarte

SAT

SAT RAD BLITZ

Windvorhersagen COSMO-DE

Verakung (ADMCE)

Meteorogramm

Vertikalprofile

Bodenkarte/Modellwetter

Maritime Vorhersagen

Spezial...

Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

**Nachtflug Vorhersage (NVF)**

Seite 1 von 2

**Deutscher Wetterdienst  
Abteilung Flugmeteorologie**

Anlageblatt für Nachtflüge mit BIV-Brille der 3. Generation  
Nur gültig als Ergänzung einer vollständigen VFR-Flugflugplanung  
Luftfahrtberatungszentrale Lfz\_Ost am 04.10.2017 um 11:57 UTC

**Gebiet/Strecke: Mecklenburgische Seenplatte - Vorpommern**  
Flugzeitraum: von 04.10.2017 um 17:00 bis 05.10.2017 um 06:00 UTC

Zeit (UTC)	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00
<b>1. Astronomische Daten für 53° 54' N und 13° 19' E</b>								
SIU 16 35	MA 16 28	SA 05 15	MU 04 23					
Mond	Höhe [°]	4	12	19	26	30	33	32
	Azimet [°]	102	114	127	142	157	174	192
	Helligkeit [%]	1	7	14	21	26	29	29
	Blendwirkung	0	2	2	2	2	2	2
<b>2. Meteorologische Parameter</b>								
Bedeckung (Achte)		8	8	8	8	8	8	8
	Pre	15	15	15	15	15	15	15
Wetter		-RA	-RA	-RA	-RA	-RA	-RA	-RA
	Pre	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht	feucht
Erbodenzustand		ica	iso	iso	iso	iso	iso	iso
	Pre	8	8	8	8	8	8	8
MOR [km]		6	6	6	6	6	6	6
	Pre	RA	RA	RA	RA	RA	RA	RA
Erbodenzustand		nss	nss	nss	nss	nss	nss	nss
	Pre	nss	nss	nss	nss	nss	nss	nss
<b>3. Nachthelligkeit und Sicht mit Sehhilfe</b>								
Mittlere Globalbeleuchtungsstärke [mix] (Beleuchtbarkeit)	Pre	6,0	6,2	10,6	15,0	16,1	19,7	18,4
	Min	ica	iso	iso	iso	iso	iso	iso
Sicht mit Sehhilfe [km]	Pre	4,0	4,1	7,2	10,0	12,1	13,1	12,2
	Min	2,7	2,7	3,0	3,1	3,2	3,2	3,1
Erfahrungswertigkeit >= 50%	Pre	ica	iso	iso	iso	iso	iso	iso
	Min	2,3	2,3	2,5	2,5	2,6	2,6	2,5

**Besondere Bemerkungen:**  
Im Verlaufe der Nacht ins Stratusniveau teils unter 1000 FT AGL, sinkende Untergrenzen.

Meteorological Optical Range entspricht der Normsicht des GeoinfDBw.  
iso verneint (Flächenanteil <= 10%)  
ica örtlich (Flächenanteil > 10% bis <= 25%)  
ig häufig (Flächenanteil > 25% bis <= 50%)  
nss no significant weather

### **Operationelle Einführung des Regionalmodells ICON-EU Nest**

Im Jahre 2016 fand eine Erneuerung im operativen Modellsystem des DWD statt: ICON-EU Nest ersetzte das bisherige Modell für den europäischen Bereich, COSMO-EU. ICON-EU Nest ist eingebettet in das globale ICON-System. Damit werden die Möglichkeiten des aktuellen Großrechnersystems des DWD besser ausgenutzt.

Über Europa hat ICON-EU eine horizontale Auflösung von 6,5 km - verglichen mit 13 km des globalen ICON-Modells. Dadurch werden kleinskalige Wetterphänomene besser erkannt; zudem sorgt die Nutzung des gleichen Modellsystems für konsistentere Berechnung in den Randgebieten des Modells. Die höhere vertikale Auflösung von ICON-EU Nest führt zu einer zuverlässigeren Bestimmung bodennaher Winde. Weiterhin erlaubt die neue Behandlung der Konvektion im Modell eine genauere Berechnung mittelstarker bis starker Niederschläge.

Auch die Produkte des Flugwetterdienstes nutzen im hohen Maße die neuen Modelldaten, u. a. die Vereisungsprognosen des Moduls ADWICE und die Turbulenzprognosen.

### **Senkung des MET-Anteils an den Flugsicherungsgebühren**

In der Kostenabrechnung Flugwetterdienst werden sämtliche Kosten für die meteorologische Sicherung der Luftfahrt ermittelt und fließen als MET-Kosten in das Flugsicherungsgebührensysteem ein. Die Systematik der DWD-Kostenermittlung beruht auf einer Vollkostenrechnung, die in einem weiteren Berechnungsschritt die anteiligen FWD Kosten feststellt und für das Flugsicherungsgebührensysteem nach Strecken- und An-/Abfluggebühren unterscheidet. Diese werden den Luftfahrtnutzern von EUROCONTROL und Deutscher Flugsicherung in Rechnung gestellt.

Zur Entlastung der Luftverkehrswirtschaft hat der Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages im November 2016 beschlossen, dass Haushaltsmittel zur Verfügung gestellt werden, um die Flugsicherungsgebühren mit Wirkung zum 01. 01. 2017 abzusenken. Die Entlastung wird durch die Nichtberücksichtigung der so genannten Core Costs (Gemeinkosten) im Flugsicherungsgebührensysteem erfolgen. Diese Absenkung soll dauerhaften Charakter haben. Damit werden ab dem Abrechnungsjahr 2017 zukünftig nur noch die anteiligen direkten Kosten zur meteorologischen Sicherung

der Luftfahrt im Flugsicherungsgebührensysteem abgerechnet. Im Ergebnis verringern sich die anrechenbaren MET-Kosten um etwa 2/3 im Vergleich zu den Vorjahren. Die Beteiligung der Luftfahrt an den Kosten für die Satelliten wird damit ebenfalls eingestellt.

## Der Flugwetterdienst auf einen Blick

<b>Kennzahlen für den Flugwetterdienst</b>		
	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Leistungsdaten IFR</b>		
TAFs für deutsche Flughäfen	1)	70.423
TREND-Vorhersagen	1)	278.494
SIGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen	1)	8.712
<b>Leistungsdaten VFR</b>		
Low-Level-Flugwettervorhersage (GAFOR, GAMET)	1)	12.165
Flugwetterübersichten/3-Tage Prognosen	1)	8.021
Segelflug- und Ballonvorhersagen	1)	16.186
<b>Leistungsdaten Spezialdienste</b>		
Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen	1)	32.427
Spezialvorhersagen für Flugsicherung	1)	8.022
Spezialvorhersagen für die Flughäfen	1)	66.488
<b>Kostendaten</b>		
Gesamtkosten FWD (Tsd. Euro)	51.143	51.109
Gesamtkosten IFR (Tsd. Euro)	46.182	46.182
An-, Abflug (Tsd. Euro)	9.946	9.924
Strecke (Tsd. Euro)	36.236	36.227
Gesamtkosten VFR (Tsd. Euro)	4.961	4.958
Anteil Core Costs an DWD Core Costs (%)	14,2	14,3
Anteil Direct Costs an DWD Direct Costs (%)	15,7	15,1
<b>Qualitätskennzahlen (%)</b>		
Korrektheit TAFs in der Flugwettervorhersage	99,1	99,7
Selbfbriefing-Systeme »Bearbeitungsdauer Supportanfragen < 5 Tage«	98,0 <sup>2)</sup>	99,2
Kundenzufriedenheit individuelle Flugwetterberatung	99,97	99,96
<b>Kennzahlen für Produktivität/Wirtschaftlichkeit für FWD/IFR</b>		
Service Units (Tsd.) <sup>3)</sup>	14.253	14.885
Mitarbeiterproduktivität (Stunden IFR/Service Unit)	0,02	0,02
Wirtschaftlichkeit (Service Unit Costs) (Vollkosten IFR/Service Unit)	3,2	3,1
<b>Vollzeitäquivalent</b>		
des Flugwetterdienstes	296	283
<b>Kennzahlen zu Umsatz und Jahresabschluss DWD gesamt</b>		
	<b>2015</b>	<b>2016</b>
Umsatz (Tsd. Euro)	58.500	66.245
Bilanzsumme (Tsd. Euro)	564.456	643.431
Cash-Flow (Finanzmittelsaldo, in Tsd. Euro))	-255.619	-285.880
Investitionen (Tsd. Euro)	97.169	106.131
Abschreibungen auf Anlagevermögen (Tsd. Euro)	34.795	37.355
<b>Kostendaten</b>		
Gesamtkosten DWD (Tsd. Euro)	316.437	317.685
Anteil Core Costs (%)	72	72
Anteil Direct Costs (%)	28	28

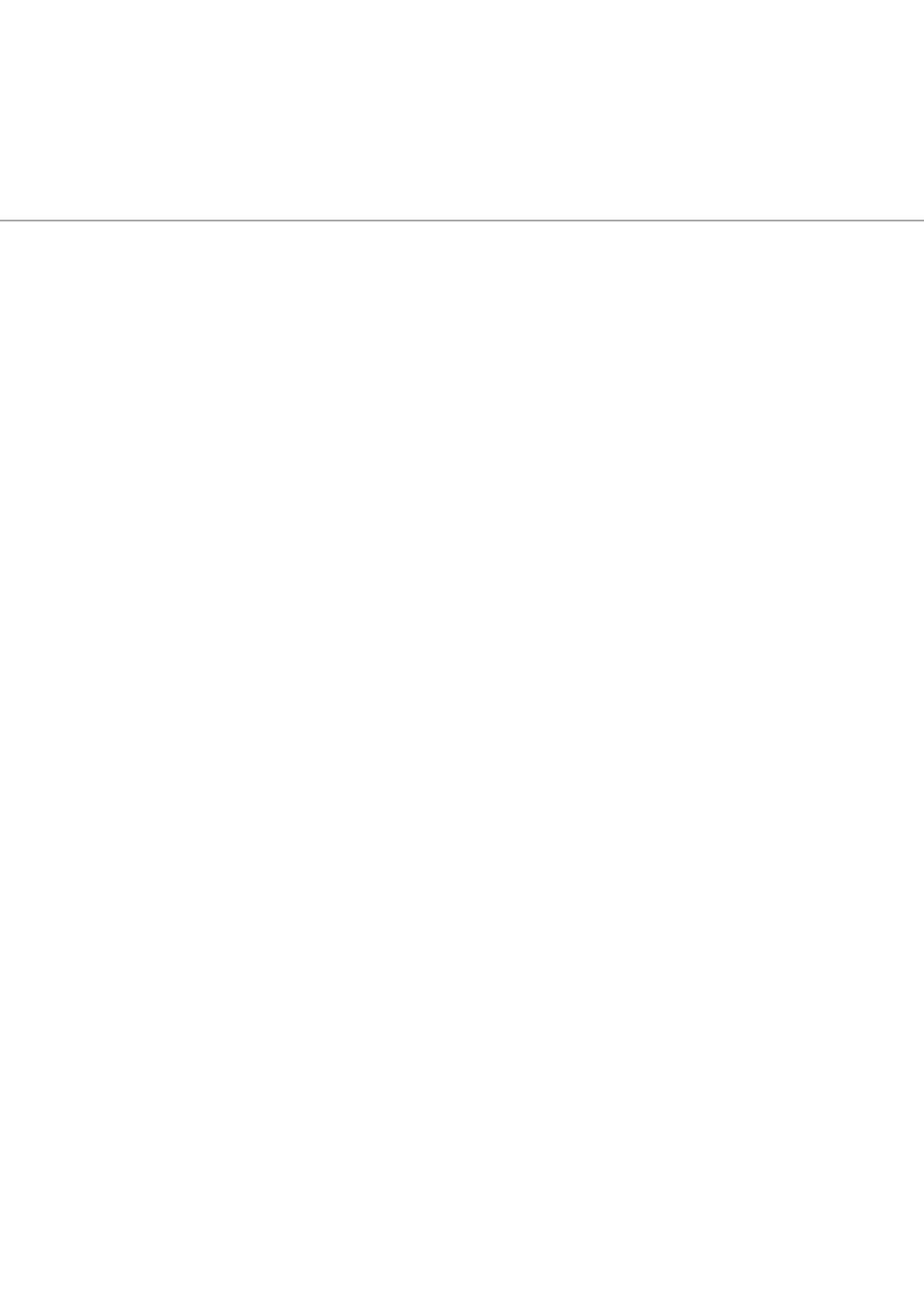
1) wetterabhängige Leistungsdaten, daher kein Vorjahresvergleich sinnvoll

2) Bezugszeitraum im Jahr 2015: 7 Bearbeitungstage

3) nach Angaben der Deutschen Flugsicherung

Jahresbericht 2016  
*Flugwetterdienst*





## Ein Wort vorab

Der DWD ist in Deutschland für die meteorologische Sicherung der Luftfahrt verantwortlich und entsprechend zertifiziert. Der Flugwetterdienst als fester Bestandteil des DWD beteiligt sich an der Europäisierung des Luftraummanagements und der grundlegenden Erneuerung der meteorologischen Dienste für die internationale Luftfahrt, die sich sukzessive aus dem globalen Entwicklungsplan der ICAO und der SES-Initiative in Europa für das Luftverkehrssystem ergeben. Im Rahmen dieser Neuerungen will der DWD die Chancen der internationalen Entwicklungen nutzen und verstärkt Produkte für den europäischen Luftraum gemeinsam mit den Nutzern entwickeln und anbieten. Die Voraussetzungen im DWD sind gut: Wir können die Vorteile meteorologischer Wissenschaft mit einem kundenorientierten Flugwetterdienst verbinden. Nutzen Sie diese Vorteile, denn es fliegt sich sicherer und wirtschaftlicher mit einem modernen Flugwetterdienst.

Im Jahr 2016 feierte der DWD 50 Jahre operationelle numerische Wettervorhersage. In diesen 50 Jahren hat sich viel getan; beispielsweise ist die Vorhersage für sieben Tage im Voraus heute zutreffender als die für einen Tag im Jahr 1970. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Flugwetterdienstes sorgen dafür, dass unsere Kunden von den Verbesserungen in der Vorhersage profitieren und sich gleichzeitig Modellentwicklungen, -änderungen und -umstellungen so wenig wie möglich auf die Prozesse unserer Kunden auswirken. 2016 sah die Einführung des Regionalmodells ICON-EU als Nachfolger des viele Jahre genutzten COSMO-EU vor. Diese erfolgte dank der guten Kommunikation mit den Kunden ohne Probleme.

Um besser auf Starkregenereignisse und Gewitter reagieren zu können, operationalisierte der Flugwetterdienst 2016 das Produkt NowCastMIX-



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

Aviation für ausgewählte Nutzergruppen, u. a. die Deutsche Flugsicherung (DFS) und Flughäfen. Dieses Produkt stellt einerseits räumlich und zeitlich hoch aufgelöst die Ist-Situation dar, erlaubt aber auch eine Vorhersage der Entwicklung in den nächsten ein bis zwei Stunden. NowCastMIX-Aviation ist auch Bestandteil der dedizierten Briefingplattform für Hubschrauberpiloten, die der Flugwetterdienst 2016 unter dem Namen Heliportal bereitstellte.

Auf internationaler Ebene engagiert sich der DWD in den verschiedenen flugmeteorologischen Gremien und Gruppen der ICAO: Dem MET Panel und seinen Arbeitsgruppen auf globaler Ebene sowie der Meteorology Group (METG) der ICAO in Europa, deren Schwerpunkt die Implementierung der ICAO-Vorgaben ist. Die METG wählte im September 2016 eine Mitarbeiterin des DWD zu ihrer neuen Vorsitzenden.

Damit bleiben wir Ihr wichtiger und verlässlicher Partner im Bereich der Meteorologie, um die Kosteneffizienz in allen Bereichen der Aviatik zu steigern, Kundenwünsche zu erfüllen, die Kapazitäten in der Flughafeninfrastruktur und darüber hinaus zu verbessern und nicht zuletzt auch gemeinsam einen Beitrag für den Umweltschutz zu liefern.

Auf den folgenden Seiten erfahren Sie mehr.

Ihr

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

Gerhard Adrian



Die Wolkenbilder, die jedem Kapitel vorangestellt sind, wurden dem neuen Wolkenatlas der WMO entnommen.

Das Titelbild zeigt einen Cumulonimbus calvus pileus. Cumulonimben sind massige dichte Wolken von beträchtlicher vertikaler Ausdehnung in Form eines hohen Berges oder eines mächtigen Turms. Auf diesem Bild sieht man die Art Cumulonimbus calvus. Zumindest im oberen Wolkenabschnitt ist ihr Aussehen gewöhnlich glatt oder faserig oder auch streifig, fast immer aber abgeflacht. Ebenfalls zu erkennen ist die Begleitwolke Pileus (Kappe), die sich gelegentlich oberhalb von rasch entstehenden konvektiven Wolken bildet. Allerdings ist sie meist nur von kurzem Bestand.



# Inhalt

---

1	Rahmenbedingungen	8
2	DWD-Flugwetterdienst	18
3	Kundendienstleistungen	28
4	Innovation und Entwicklung	38
5	Leistungs- und Qualitätskennzahlen	56
6	Finanzergebnisse	64
7	Ausblick	74
	Abkürzungsverzeichnis	76
	Literaturverzeichnis	79
	Impressum	80



© Marcin Kocybik  
Dubai, Vereinigte Arabische Emirate  
Position: 25° 3' 57" N, 55° 31' 0" O  
29. 11. 2015, 12:00 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: West



## Cumulus congestus und weitere

In dieser Luftaufnahme sind gleich mehrere Arten der Gattung Cumulus zu erkennen. Besonders auffallend jedoch ist die große Anzahl an Wolken, mit einer für Cumuluswolken mittleren bis großen vertikale Ausdehnung. Diese gehören zu den Arten Cumulus mediocris oder Cumulus congestus. An letztgenannten Wolken wird durch die beim schnellen Aufsteigen entstehenden Ausbuchtungen eine blumenkohlähnliche Struktur deutlich.

# 1 Rahmenbedingungen

## 1.1 Nationale und internationale Regelungen

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 entsprechend aus dem Luftverkehrsgesetz (LuftVG), mit dem sowohl die Grundlagen des Luftrechts als auch die Durchführung der Luftverkehrsverwaltung geregelt sind.

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

Gemäß Verordnung (EG) Nr. 550/2004 der Europäischen Union (EU)<sup>1)</sup> ist der DWD der benannte Flugwetterdienstleister für Deutschland.

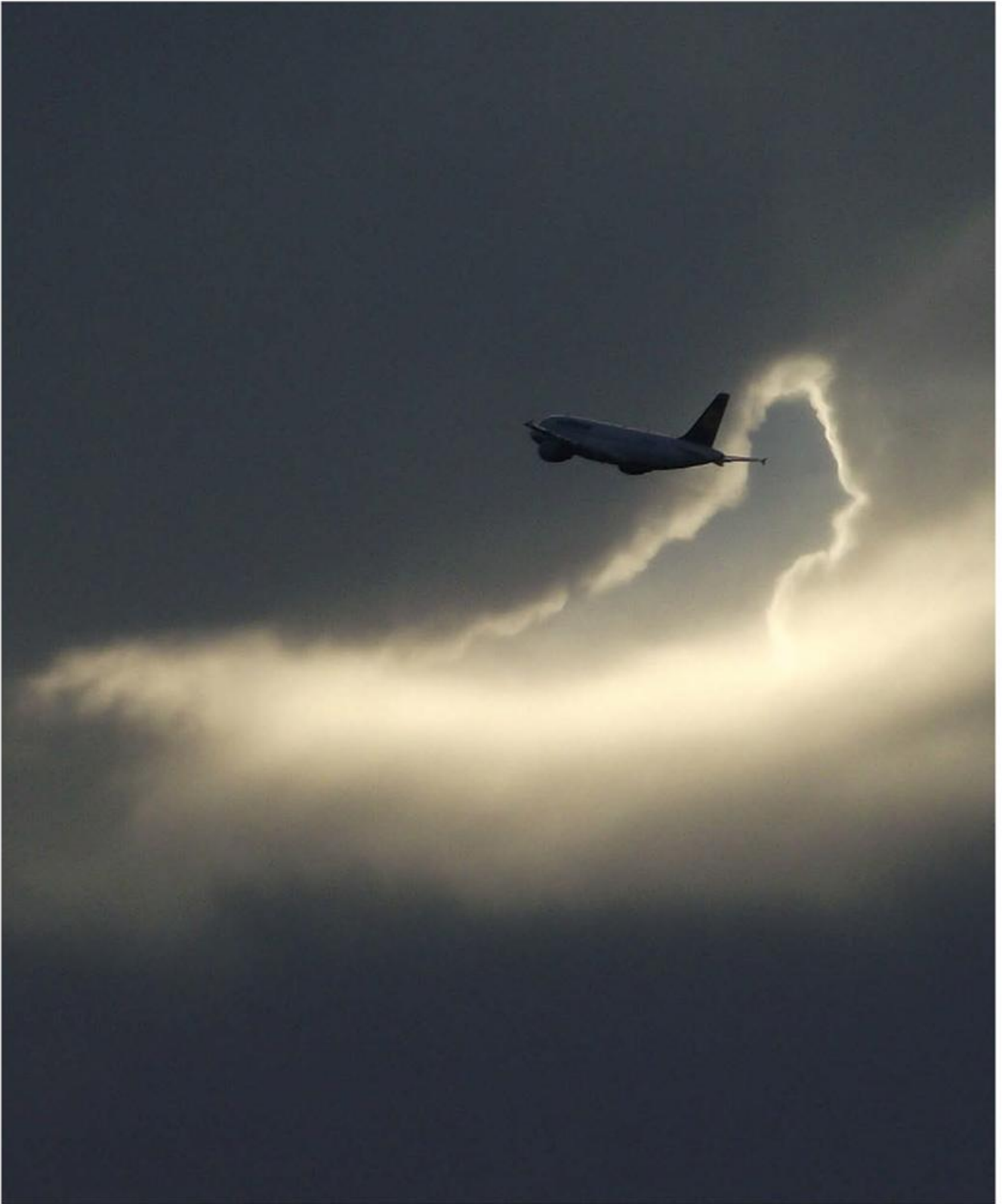
Der DWD ist zu einer stetigen Qualitätskontrolle verpflichtet und erfüllt seit vielen Jahren die Qualitätsstandards der DIN EN ISO 9001. Definierte Qualitätsniveaus sichern eine zielgerichtete Funktionalität und hohe Güte unserer Leistungen. So unterliegt beispielsweise die Mess-Sensorik für die Erfassung grundlegender meteorologischer Planungsparameter für die Luftfahrt, wie Luftdruck, Temperatur, Wind und Sichtweite, einem anspruchsvollen Prüfprogramm. Die Kalibrierungseinrichtungen entsprechen hierbei der DIN ISO/IEC EN 17025:2005.

Das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) als benannte nationale Aufsichtsbehörde Deutschlands überwacht die Dienstleistungen und Finanzen des DWD auf Grundlage der Verordnung (EG) Nr. 549/2004<sup>2)</sup> i. V. m. der Verordnung (EG) Nr. 1070/2009<sup>3)</sup>. Im Jahr 2016 hatte das BAF vier Betriebsprüfungen durchgeführt: Eines zum Thema Personalplanung, zwei zur meteorologischen Versorgung der Regionalflughäfen und eines zum Thema Wirtschaft, Finanzen, Qualitäts- und Sicherheitsmanagement.

1) 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«)

2) 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 (»Rahmenverordnung«)

3) 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



Das Voranbringen innovativer Ansätze, aber auch die Konformität der nationalen Umsetzung mit internationalen Vorgaben und Standards ist uns sehr wichtig. Deshalb investiert der DWD in die Zusammenarbeit mit der International Civil Aviation Organisation (ICAO), der Weltorganisation für Meteorologie (WMO), der Europäischen Union (EU), der Europäischen Organisation für die Sicherheit in der Flugsicherung (EUROCONTROL) und der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA).

Die **ICAO** als Sonderorganisation der Vereinten Nationen (UN) hat 1944 in Chicago ein Abkommen zur Regelung der internationalen Zivilluftfahrt geschlossen, das 18 Anhänge umfasst. Dieses Abkommen beinhaltet die Standards und Empfehlungen für die Durchführung der Zivilluftfahrt anhand derer die Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Pünktlichkeit und Umweltverträglichkeit des Luftverkehrs gewährleistet und weiter entwickelt werden soll. Für den DWD als Flugwetterdienst sind der Anhang 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 **WMO** hat technische Ausführungsbestimmungen (Technical Regulations) erstellt, deren nationale Anwendung die weltweite Einheitlichkeit der meteorologischen Praxis sichern soll. Die für den Flugwetterdienst relevanten Richtlinien und Empfehlungen der WMO sind in Band II der Technical Regulations for International Air Navigation Teil C.3 enthalten, der inhaltlich deckungsgleich mit dem ICAO Annex 3 ist.

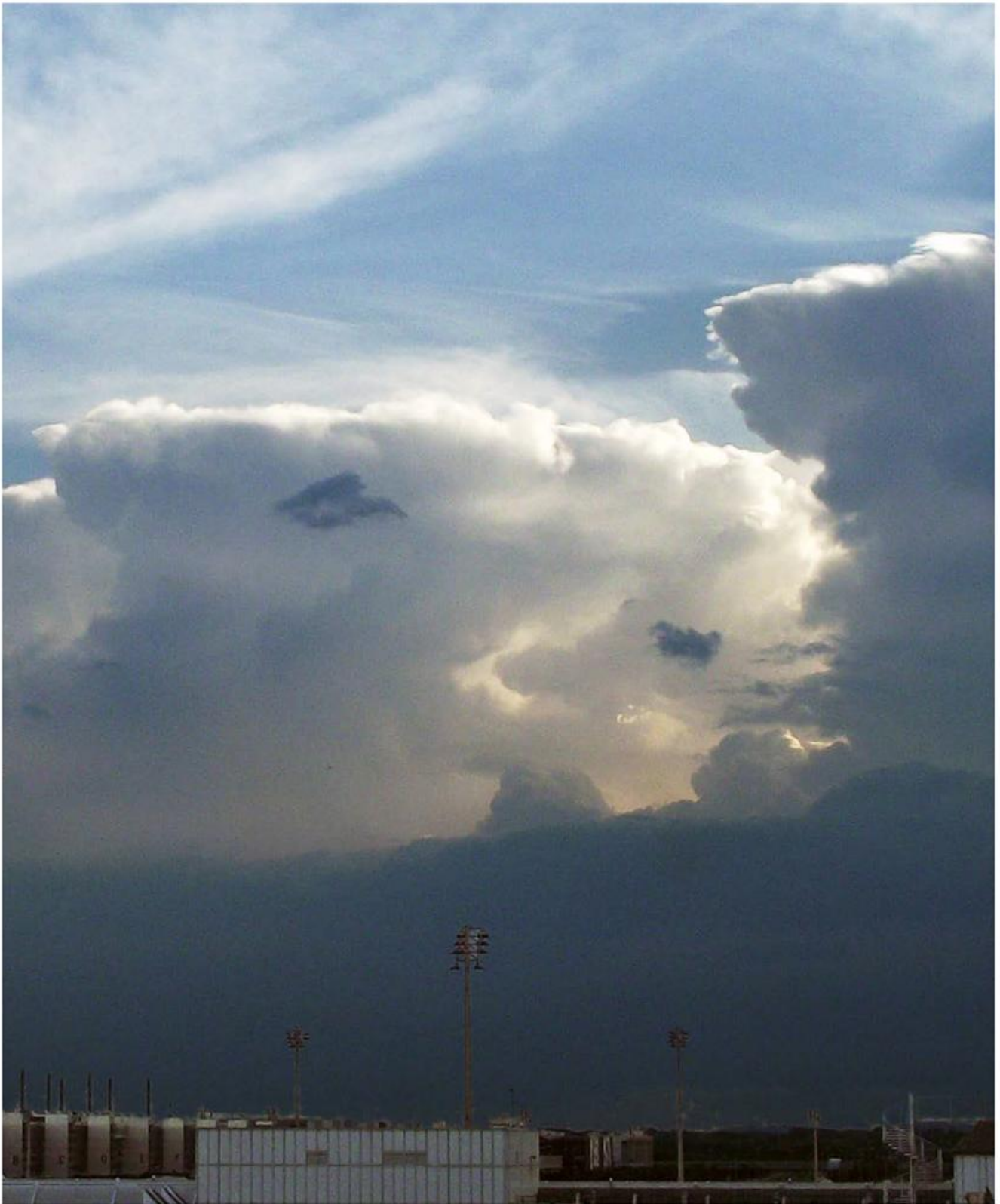
Vom Europäischen Rat und Parlament der **Europäischen Gemeinschaft (EG)** wurde im Rahmen der Single-European-Sky-(SES)-Initiative im Jahr 2004

ein für sämtliche flugmeteorologischen Dienstleister in Europa verbindliches Paket aus vier Grundsatzerordnungen in Kraft gesetzt und mit der Verordnung (EG) Nr. 1070 im Jahr 2009 überarbeitet und erweitert.

Die auf Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rats der Europäischen Union 2002 gegründete **EASA** erstellt und überwacht einheitliche und hohe Sicherheits- und Umweltstandards auf europäischer Ebene. Die EASA ist berechtigt, verschiedene exekutive Aufgaben, z. B. im Bereich der Flugsicherheit, zu übernehmen.

**EUROCONTROL** plant und koordiniert die Entwicklung des europäischen Flugverkehrsmanagements im Auftrag der Europäischen Kommission (EC). In dieser Funktion werden im Auftrag der EC auch Empfehlungen für die Luftfahrt Dienstleister erarbeitet, z. B. zur Kostenrechnung in der Luftfahrt.

Sowohl die genannten internationalen als auch die nationalen Regelungen finden Eingang in die internen und verbindlich umzusetzenden Vorschriften und Betriebsunterlagen (VuB) des DWD. Von besonderer Bedeutung sind hierbei das Betriebshandbuch für den Flugwetterdienst VuB Nr. 7 in Verbindung mit dem Wetterschlüsselhandbuch VuB Nr. 2 und dem Beobachterhandbuch VuB Nr. 3 sowie das Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste. Die Dokumentation folgt dabei den Vorgaben unseres Qualitätsmanagementsystems, das in Kapitel 5 näher beschrieben ist.



# 1 Rahmenbedingungen

## 1.2 Internationale Zusammenarbeit

12

Eine kontinuierliche Vertretung und aktive Mitarbeit des DWD in den für den Flugwetterdienst relevanten Arbeitsgruppen und Gremien ist notwendig, um auf die Gestaltung zukünftiger internationaler Standards und Verfahren sowie bei der Europäisierung der flugmeteorologischen Dienstleistungen nachhaltig und prägend Einfluss nehmen zu können. Auf globaler Ebene nimmt der DWD Aufgaben in der ICAO und der WMO wahr; auf europäischer Ebene im Rahmen von EUMETNET (dem Netzwerk europäischer Wetterdienste), SES-Projekten (SESAR), der DACH-Kooperation (Deutschland, Österreich, Schweiz) sowie in der sog. MET Alliance.

In der **ICAO** nimmt der DWD vor allem über das MET Panel und seine Arbeitsgruppen sowie die Meteorology Group (METG) der European Air Navigation Planning Group (EANPG) Einfluss auf die internationale Gestaltung der Flugmeteorologie. Der Leiter der Abteilung Flugmeteorologie im DWD, Herr Klaus Sturm, wurde als Mitglied in das MET Panel berufen. Die Leiterin des DWD-Referates Systeme und Betrieb, Frau Dr. Dorothea Banse ist als seine Stellvertreterin nominiert worden. Frau Dr. Banse übernahm 2016 zusätzlich den Vorsitz der Meteorological Group (METG) mit Vertretern aus 56 Ländern der ICAO EUR/NAT Region.

Im Bereich der **WMO** ist der DWD bei internationalen flugmeteorologischen Themen in der Commission for Aeronautical Meteorology (CAeM) und in der Commission for Basis Systems (CBS) sowie deren angeschlossenen Arbeitsgruppen vertreten. Die WMO übernimmt in den o. g. ICAO-Gremien häufig die Rolle der wissenschaftlichen Beratung.

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

Die Abteilung Flugmeteorologie arbeitet seit 2006 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. Seit 2010 findet zu diesem Zweck eine tägliche Telefonkonferenz statt und es werden Abstimmungen für auszugebende Flugwetterwarnungen (SIGMETs) gemacht.



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

Gremium/Projekt	DWD-Beteiligung
<b>ICAO</b>	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)
<b>WMO</b>	Abgesandter CAeM Mitglied Expert Team on Aviation, Science and Climate (ET ASC) der CAeM Abgesandter CBS Mitglied Task Team on Aviation Coding Issues (TT-AvCI) der CBS
<b>EUMETNET SES</b>	AVIMET SESAR Projekte
<b>DACH-Kooperation</b>	Steuerungsgruppe D-A-CH Operations Group
<b>MET Alliance</b>	Steering Committee und MET Alliance Board Projektleitung TAF-Verifikation Projektdurchführung MOS/TAF-Guidance Projektmitglied SIGMET-Koordination Mitglied AUTO METAR-Nutzergruppe Mitglied MET-Dienstleistungen für FABEC

Die **MET Alliance** ist eine Kooperation der Flugwetterdienste aus den Ländern Belgien, Deutschland, Frankreich, Irland, Luxemburg, Niederlande, Österreich und Schweiz, um die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zu fördern und die Qualität und Kosteneffizienz der flugmeteorologischen Dienste ihrer Mitglieder zu verbessern.

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

Auf nationaler Ebene unterhält die Abteilung Flugmeteorologie eine langjährige, enge Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).



◀ Sitzung der Meteorology Group der ICAO Europa; Vorsitzende Dr. Dorothea Banse

# 1 Rahmenbedingungen

## 1.3 Der Flugwetterdienst im Jahr 2016 – Zahlen, Daten, Fakten

14

Für die meteorologische Unterstützung der Luftverkehrsnavigation an den zivilen Flughäfen und Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb, sogenannten IFR<sup>4)</sup>-Flugplätzen, ist eine Kategorisierung in Leistungsstufen entscheidend. Dabei werden die Flugplätze entsprechend den Erfordernissen an die flugmeteorologische Leistungsvielfalt in vier Kategorien gruppiert (MET I bis IV) und entsprechende meteorologische Leistungen definiert.

Der Kategorie MET I werden die Flugplätze zugeordnet, an denen das BMVI gemäß § 27f I LuftVG einen Bedarf für Flugwetterbetriebsdienste und die dazu erforderlichen Einrichtungen aus Gründen der Sicherheit und aus verkehrspolitischen Interesse anerkennt<sup>5)</sup>. 16 Flugplätze waren 2016 dieser Kategorie zugeordnet.

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

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

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

Gemäß den Kriterien des ICAO Anhang 3 sind an Flugplätzen der Kategorien MET I, II und III Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienste mit Erstellung von Flugplatzwettermeldungen durchzuführen. Im Jahr 2016 waren in Summe 41 Flug-

4) Instrument Flight Rules

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

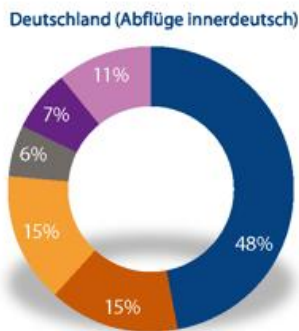
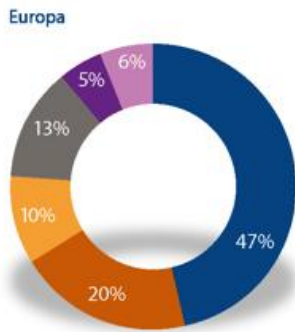
### Im Jahr 2016 erstellte Flugwetterprodukte

Flugwetterbetriebsdienste (Produkt)	Anzahl
TAF	70.423
GAFOR	7.504
GAMET	4.661
Ballon- und Segelflugberichte	16.186
Flugwetterübersichten	8.021
Flughafen-Berichte, Winterdienst	59.560
Berichte für BOS <sup>6)</sup>	11.781
Flughafenwarnungen	6.479
SIGMET	1.407
AIRMET	826
Inversions-, Windscherungswarnungen	10
GAFOR-Gebietewarnungen	10.064
Höhenwindprognosen	8.022
AIREP/Pirep	1.170
ICAO-Flughafenwarnungen	6.426
METAR <sup>7)</sup>	28.4395
Trend <sup>7)</sup>	278.494
Speci <sup>7)</sup>	43.608
Individuelle Flugwetterberatungen (telefonisch)	34.884
AirTrafficManagement Beratungen	6.928
Infomet Auskünfte	2.018

6) Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

7) MET I-Flughäfen

Gründe für Verspätungen – Abflüge



Quelle: EUROCONTROL CODA

plätze den Kategorien MET I - III zugeordnet. Für all diese Flughäfen und Flugplätze erbringt der DWD Flugwetterbetriebsdienste.

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) kontrollierte 2016 über 3,1 Millionen IFR-Flüge<sup>8)</sup>. Laut des DFS-Mobilitätsberichts 2016 und dem darin zitierten Central Office for Delay Analysis CODA der EUROCONTROL lag der Prozentsatz für schlechtes Wetter als Grund für Flugverspätungen europaweit bei etwa 10 %, innerhalb Deutschlands bei 12 - 15 %.

▲ Gründe für Abflugverspätungen in Europa und Deutschland, Quelle: DFS-Mobilitätsbericht 2016

8) DFS-Mobilitätsbericht 2016



© Claudia Hinz  
Wendelstein, Bayerische Alpen,  
Deutschland  
Position: 47° 42' 10" N , 12° 0' 44" O  
03. 01. 2012, 14:49 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Südwest



# Irisierung

Die Irisierung entsteht an den linsenförmigen Wolken, die hier hoch über den bayerischen Alpen schweben. Die Farben kommen durch die Beugung von Lichtwellen an den sehr kleinen, meist gleichmäßig geformten Tröpfchen bzw. Eiskristallen der Wolken zustande. Es treten viele Farben auf, zumeist Grün oder Pink, die pastellartig ineinander übergehen. Irisierungsmuster sieht man bei diesen linsenförmigen Wolken stets in Blickrichtung zur Sonne.

## 2 DWD-Flugwetterdienst

### 2.1 Organisation

18

**Deutscher Wetterdienst**  
Vorstand und Organisation

Bund-Länder-Beirat

Wissenschaftlicher Beirat

Gruppe Meteorologie der  
Bundeswehr beim DWD



**Prof. Dr. Gerhard Adrian**  
Präsident



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



**Dr. Paul Becker**  
Vizepräsident

**Vorsitzender des Vorstandes**

**Geschäftsbereich FE**  
Forschung und Entwicklung

**Geschäftsbereich KU**  
Klima und Umwelt

**Stabsstelle STB**  
Strategie und Büro des Präsidenten

**Referat FE PK**  
Planung und Koordinierung

**Referat KU PK**  
Planung und Koordination

**Stabsstelle INT**  
Internationale Angelegenheiten

**Abteilung FE 1**  
Meteorologische Analyse und Modellierung

**Abteilung KU 1**  
Klima- und Umweltberatung

**Stabsstelle PÖ**  
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

**Abteilung FE 2**  
Zentrale Entwicklung

**Abteilung KU 2**  
Klimaüberwachung

**Stabsstelle IP**  
Innenprüfung

**Meteorologisches Observatorium**  
Hohenpeißenberg

**Abteilung KU 3**  
Agrarmeteorologie

**Meteorologisches Observatorium**  
Lindenberg

**Abteilung KU 4**  
Hydrometeorologie

**Referat KU VL**  
Vertriebsleitung

Stand 31. Dezember 2016

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

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



**Norbert Wetter**  
Vorstandsmitglied



**Dr. Jochen Dibbern**  
Vorstandsmitglied



**Hans-Joachim Koppert**  
Vorstandsmitglied

**Geschäftsbereich PB**  
Personal und Betriebswirtschaft

**Referat PB JU**  
Justizariat

**Abteilung PB 1**  
Personal und Organisation

**Abteilung PB 2**  
Finanzen und Service

**Referat PB FB**  
Fachinformationsstelle und  
Deutsche Meteorologische Bibliothek

**Geschäftsbereich TI**  
Technische Infrastruktur und Betrieb

**Referat TI PK**  
Planung, Koordinierung  
und Qualitätssicherung

**Abteilung TI 1**  
Systeme und Betrieb

**Abteilung TI 2**  
Messnetze und Daten

**Abteilung TI 3**  
Service und Logistik

**Geschäftsbereich WV**  
Wettervorhersage

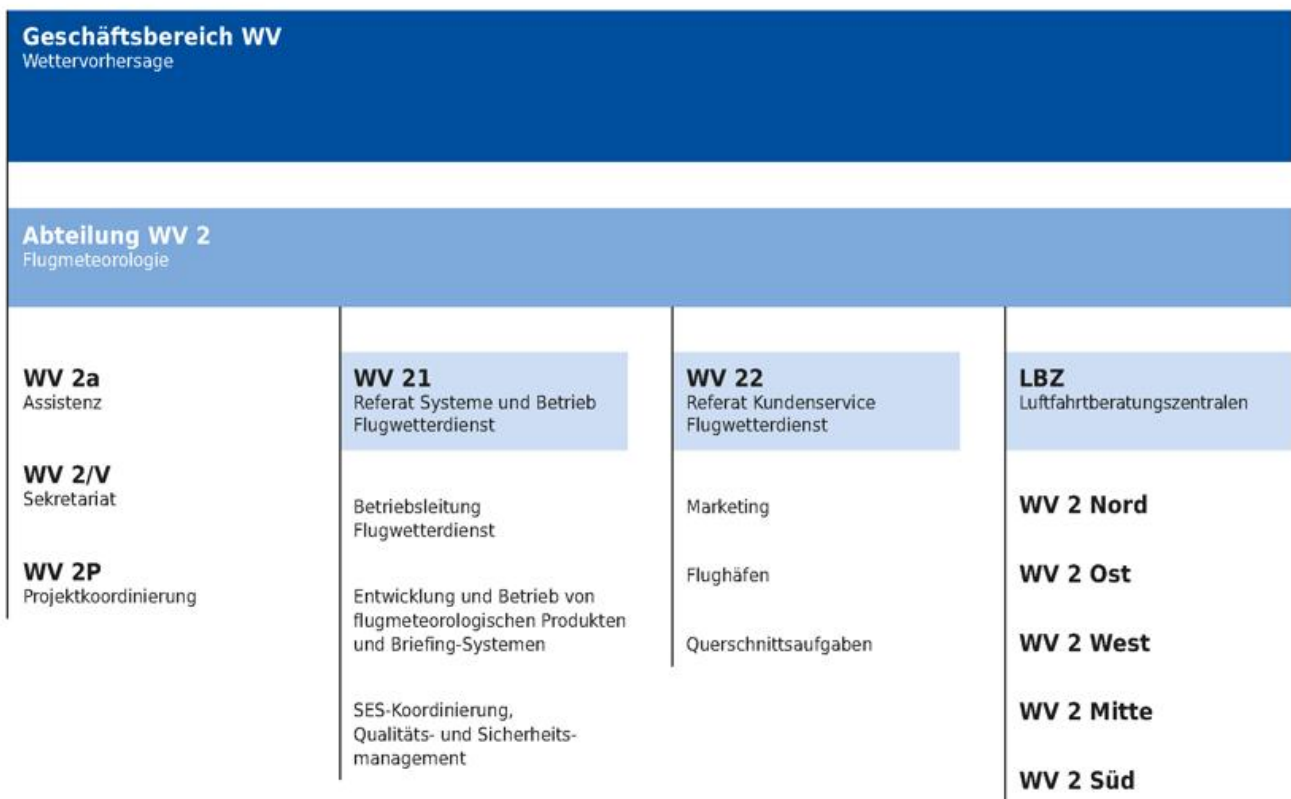
**Referat WV PK**  
Planung und Koordinierung

**Abteilung WV 1**  
Basisvorhersagen

**Abteilung WV 2**  
Flugmeteorologie

Technische Infrastruktur und Betrieb (TI), Vorleistungen in der Wertschöpfungskette flugmeteorologischer Leistungen erbringt der Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung (FE) und

Verwaltungs- und Controllingleistungen stellt der Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft (PB) sicher.



Stand 31. Dezember 2016

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 Abteilung 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. Nachfol-

gend 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
- ▶ individuelle telefonische Flugwetterberatungen
- ▶ Beratungen für Bundespolizei, Landespolizei und SAR Dienste
- ▶ Betreuung der Operationszentren von Luftfahrt- und Flughafengesellschaften
- ▶ Versorgung der Deutschen Flugsicherung mit speziellen Flugwetterinformationen.

#### **Referat Kundenservice Flugwetterdienst:**

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

#### **Projektkoordination:**

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

#### **Luftfahrtberatungszentralen (LBZ):**

- ▶ Flugwetterüberwachung und Durchführung des Warndienstes (Meteorological Watch Office),
- ▶ Erstellung der Flughafenwettervorhersagen TAF und TREND
- ▶ Flugwettervorhersagen für die Allgemeine Luftfahrt

## 2 DWD-Flugwetterdienst

### 2.2 Personal und Personalentwicklung

22



▲ Gewitter über dem Flughafen München

Verteilung der Tätigkeiten des Personals für den Flugwetterdienst 2016	
Art der Leistung	Aufteilung der Tätigkeiten (in % der geleisteten Arbeitszeiten)
Interne Leistungen	50,1
Spezialdienstleistungen	3,3
Leistungen des Flugwetterdienstes (EUROCONTROL)	46,6
davon	
FWD Daten und Produkte	0,3
FWD Vorhersagen	27,3
FWD Warnungen	0,6
FWD Bereitstellung/Vertrieb	0,1
FWD Beratung/Information	11,9
Andere LF-Leistungen	6,4

Nebenstehende Tabelle zeigt, wie sich die Tätigkeiten der Personen, die 2016 im Flugwetterdienst tätig waren, aufgliedern.

Das im Flugwetterdienst des DWD tätige Personal, aus Datenschutzgründen nachfolgend ausgedrückt in Vollzeitäquivalenten (VZÄ), bestand im Jahr 2016 aus 283 VZÄ gegenüber 2015 mit 296 VZÄ. Obwohl die VZÄ insgesamt leicht rückläufig waren, sind diejenigen Stunden, die für die direkten Flugwetterdienstleistungen entstanden sind, wieder leicht angestiegen von 303.403 Stunden im Jahr 2015 auf 314.133 Stunden im Jahr 2016. Davon abrechnungsfähig gegenüber den Luftfahrtkunden sind die mit dem Instrumentenflug (IFR) zusammenhängenden 283.663 Stunden im Jahr 2016 (siehe Tabelle auf Seite 23). Werden diese direkt abrechenbaren Stunden den entsprechenden, von der DFS erhobenen Dienstleistungseinheiten

<b>Ermittlung der Mitarbeiterproduktivität für den Bereich FWD IFR</b>		
	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Direkte und verrechnete Arbeitsstunden auf FWD-Kostenträger</b>	303.403	314.133
<b>Davon für IFR ca. 90%</b>	273.973	283.663
<b>Service Units<sup>1)</sup> (in Tsd.)</b>	14.253	14.885
<b>Mitarbeiterproduktivität für FWD-IFR (in Stunden/Service Unit)</b>	0,02	0,02

1) Quelle: Deutsche Flugsicherung

bzw. Service Units gegenübergestellt, so ergibt sich ein durchschnittlicher Zeitaufwand pro Service Unit als Maß für die Mitarbeiterproduktivität. Aufgrund der weiterhin anziehenden Konjunktur und des steigenden Wirtschaftsaufkommens in Deutschland stieg die Anzahl der Service Units im Jahr 2016 auf 14.885.053 Units an. Damit besteht nach wie vor ein stabiler durchschnittlicher Betriebsaufwand des Flugwetterdienstes von 0,02 Stunden pro Service Unit.

#### **Arbeitsanweisungen für Flugwetterbeobachter/-innen**

Zum 01. 10. 2016 trat Version 1.1 des zum Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste gehörenden Bandes »Personal im Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst an Regionalflughäfen« in Kraft. So konnten insbesondere die Vorgaben bzgl. Ausbildung und Kompetenzerhaltung der Flugwetterbeobachter/-innen an Regionalflugplätzen sowie die Anforderungen an die Qualifikation der vom DWD eingesetzten Ausbilder/- und Prüfer/-innen auf den aktuellen Stand gebracht werden.

Band Obs »Wettermeldungen für die Luftfahrt« des Handbuchs zur Richtlinie Flugwetterdienste wird die aktuell gültige VuB7 05OBS an den Flugwetterwarten der internationalen Verkehrsflughäfen ersetzen. Es wurde festgelegt, dass Kapitel 4 »Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen« des Handbuchbands Obs in einer komplett

veränderten VuB7 05OBS mit dem Titel »Flugwetterbeobachtung – Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen« ausgeführt werden soll. Damit wird der Handbuchband Obs zum einheitlichen Regelwerk für die Flugwetterbeobachtung im Rahmen von Flugwetterbetriebsdiensten in Deutschland. Das Nachführen paralleler Vorschriften entfällt.

#### **Weiterbildungsmaßnahmen**

Zwei Mal pro Jahr finden in unserem Bildungs- und Tagungszentrum (BTZ) in Langen Fortbildungen für unsere Flugwetterberater/-innen statt. An diesen Fortbildungen nehmen seit 2004 auch Berater/-innen der AustroControl, MeteoSchweiz, Météo-Lux und der Bundeswehr (GeoInfodienst) teil.

Mit diesen Seminaren möchten wir den Teilnehmer/-innen drei Aspekte unserer Arbeit nahe bringen. Zum einen ist dies der immer als sehr hilfreich und interessant empfundene Blick über den Tellerrand zu unseren Kunden, die uns regelmäßig mit Gastvorträgen unterstützen und uns Besuche in ihren operativen Dienststellen ermöglichen. Wir schauen aber auch zu den Flugwetterdiensten in anderen Ländern, um uns auszutauschen und um andere Arbeitsweisen kennenzulernen. Der zweite Aspekt ist das Vertiefen, Verfeinern und Erweitern von vorhandenem Fachwissen durch Expertenvorträge aus den Reihen unserer Kollegen/-innen. Und, last but not least, blicken wir nach vorne und laden



Stand 19. 8. 2016


Freitag, 16. 12. 2016

Zeit	Thema	Referent
08:30-09:15	Vorstellung von Flugwetter.at	Austrocontrol
09:15-10:00	Space Weather und die Auswirkungen auf den Flugverkehr	Austrocontrol
10:00-10:15	Pause	
10:15-11:00	QM-Grundlagen und Neues	DWD, WV 2 QMB
11:00-12:00	Seminarbeurteilung, Abschlussgespräch	DWD, WV 2 Mitte Frankfurt
12:00	Seminarende	



© Marcin Kocybik  
Maharashtra, Indien  
Position:  $10^{\circ} 16' 18'' \text{ N}$  ,  $76^{\circ} 30' 32'' \text{ O}$   
04. 12. 2015, 16:00 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Südwest

# Cumulonimbus capillatus incus



Die markanteste Formation auf diesem aus einem Flugzeug aufgenommenen Bild ist der sehr große Cumulonimbus capillatus incus mit einer vertikalen Ausdehnung, die andere troposphärische Wolken überragt. Die Art Cumulonimbus capillatus besagt, dass der turmartig aufgestiegene Cumulonimbus in seinem oberen Bereich cirrenförmige Elemente hat, die faserig oder geriffelt strukturiert sind. Die Sonderform Cumulonimbus capillatus incus bedeutet, dass der obere Teil der Wolke in der Form eines Ambosses herausschießt.

## 3 Kundendienstleistungen

### 3.1 Kunden und Leistungen

#### Kunden

Zu den Kundengruppen der Abteilung Flugmeteorologie zählen

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

Für diese Kundengruppen erbringt der Deutsche Wetterdienst vor allem folgende Leistungen:

- ▶ Kontinuierliche Erfassung der flugmeteorologisch relevanten Parameter in Bodennähe und in der freien Atmosphäre,
- ▶ kontinuierliche Flugwetterüberwachung,

- ▶ Erstellung von Flugwettervorhersagen für die Verkehrsflughäfen, die verschiedenen Lufträume und die einzelnen flugklimatologisch abgegrenzten Regionen,
- ▶ Flugwetterberatung für die verschiedenen Kundengruppen und Bedarfsträger sowie
- ▶ Ausgabe von Flugwetterwarnungen.

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

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

#### Umsätze aus meteorologischen Leistungen zur Sicherung der Luftfahrt - Spezialdienstleistungen

	Ist 2015 (EUR)	Ist 2016 (EUR)
<b>Selfbriefingsysteme</b> (pc_met u. a.)	870.739	901.179
<b>Flugmeteorologische Gutachten und Auskünfte</b>	2.022	4.860
<b>Meteorologische Betreuung der Regionalflughäfen einschließlich Ausbildung des Personals</b>	137.687	141.185
<b>Mehrwertdienste</b> (individuelle mündliche Flugwetterberatungen, Auskünfte INFOMET, VFR-Fax- und Telefonansagedienste)	125.702	87.776
<b>Erstellung/Bereitstellung flugmeteorologischer Informationen für Flughäfen und Service Provider</b>	50.425	53.687
<b>Sonstiges</b> (Lehrfilme für die Pilotenaus-/fortbildung, Flugwetterseminare für Piloten etc.)	18.897	13.835
<b>Umsatz Spezialdienstleistungen gesamt</b>	<b>1.205.472</b>	<b>1.202.522</b>

---

**Aufgaben und Anzahl erstellter Leistungen des DWD zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt**

Ist 2016

**Meteorologische Dienstleistungen für die IFR-Luftfahrt**

Mündliche Flugwetterberatungen	2.526
TAFs für deutsche Flughäfen	70.423
Trend-Vorhersagen	278.494
SIGMETs, AIRMETs, Flughafenwarnungen <sup>1)</sup>	8.712

**Meteorologische Dienstleistungen für die VFR-Luftfahrt**

Vorhersagen für Low-Level-Flüge (GAFOR, GAMET)	12.165
Mündliche Flugwetterberatungen	32.358
Low-Level Significant Weather Charts	2.555
Flugwetterübersichten / 3 Tage Prognosen	8.021
Segelflug- und Ballonvorhersagen	16.186

**Meteorologische Dienstleistungen für Rettungsdienste, Flugsicherung, Flughäfen**

Spezialvorhersagen für Such- und Rettungsoperationen	32.427
Spezialvorhersagen für die Flugsicherung	8.022
Spezialvorhersagen für Flughäfen und Air Traffic Management	66.488

**Selbbriefingdienste für die zivile Luftfahrt (IFR und VFR), Flughäfen und Luftfahrt Dienstleister**

Kunden der Selbstbriefingssysteme	14.372
pc_met Internetseiten-Aufrufe	264.151.014
Alpenflugwetter Internetseiten-Aufrufe	9.938.997
Meteorological Airport Briefing Internetseiten-Aufrufe	135.515.982
Telefax, Ansagedienste	900

1) wetterabhängige Leistungen

---

## 3 Kundendienstleistungen

### 3.2 Kundenversorgung mit Flugwetter

30

Die Versorgung der unterschiedlichen Kundengruppen (siehe Kapitel 3.1) mit flugmeteorologischen Informationen erfolgt über verschiedene Vertriebswege. Während die Towerlotsen der DFS sehr zeitnahe Messwerte der Wetterparameter an den Verkehrsflughäfen benötigen und über direkte Modem- oder Multiplexer-Strecken versorgt werden, erfolgt die Übermittlung von ergänzenden Daten und Produkten an die DFS sowie an alle anderen Luftfahrtkunden über die DWD-Zentrale in Offenbach per FTP-Dateiübertragungsprotokoll oder per E-Mail. Schlüsselkunden an den internationalen Verkehrsflughäfen erhalten zusätzlich aktuelle Wetterinformationen und Flugwetterberatungen im Rahmen von regelmäßig und situativ durchgeführten Wetterbriefings (telefonisch oder persönlich) durch die Flugwetterberater (m/w) der Luftfahrtberatungszentralen (siehe Kapitel 2.1).

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

#### Selfbriefingsysteme

##### ► Meteorological Airport Briefing (MAB)

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

benötigt werden. Speziell für die Verkehrsflughäfen erstellte Produkte sind z. B. die von der jeweiligen Luftfahrtberatungszentrale erstellten Schichtbriefing-, Nowcast- und Winterdienstberichte oder auch Radar-, Gewitter- und Blitzprodukte. Jeder Verkehrsflughafen erhält bei Bedarf einen Zugang zu diesem Selfbriefingportal.

##### ► Heliportal

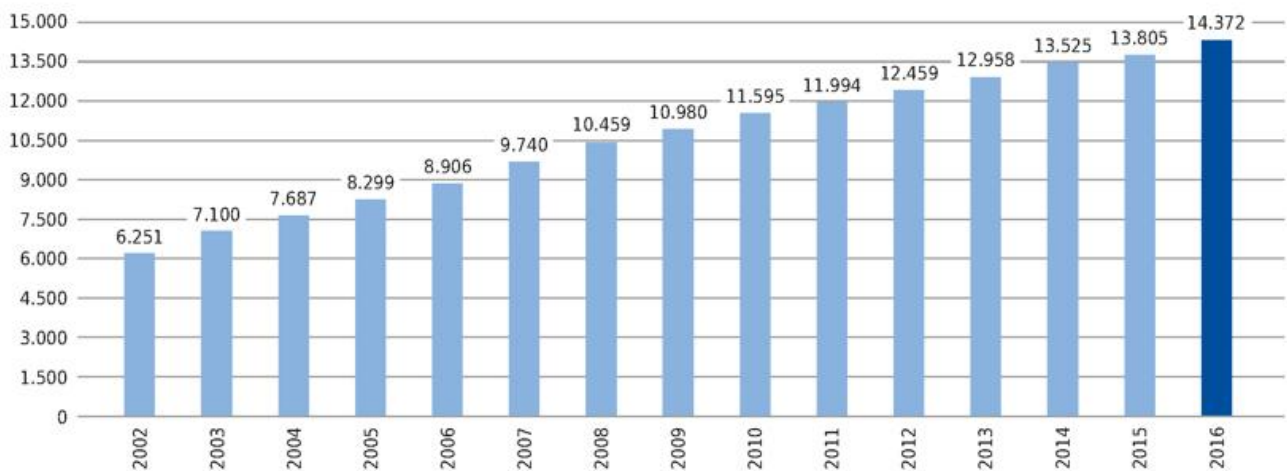
Für die Kundengruppe der Hubschrauberpiloten (Polizei- und Rettungsflug) wurde 2016 ein eigenständiger Selfbriefingbereich, das Heliportal, für die meteorologische Vorbereitung von Helikopterflügen konzipiert und schrittweise operationalisiert. In einer vorherigen Testphase mit interessierten Unternehmen und Piloten konnten nützliche Hinweise und Kundenwünsche aufgenommen und umgesetzt werden. Die Rückmeldungen der Nutzer seit der Einführung des Heliportals sind durchweg positiv. Weitere Informationen zum Heliportal finden sich »Im Fokus« auf der vorderen Umschlagseite dieses Berichts.

##### ► pc\_met Internet Service ([www.flugwetter.de](http://www.flugwetter.de))

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

Der Flugwetterdienst analysierte 2016 ob, und wie Geowebdienste in die laufende Weiterentwicklung des pc\_met Internet Services integriert werden können. In diesem Zusammenhang wurde gemeinsam mit einem externen

pc\_met Kunden in den Jahren 2002 bis 2016



Dienstleister eine Untersuchung der bestehenden Infrastruktur durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie lagen Anfang 2017 in Form eines Prototyps und Dokumentes vor. Eine operationelle Integration von Geowebdiensten in laufende Entwicklungen fand bisher nicht statt, ist aber in Planung. Für spezielle Nutzergruppen konnte jedoch eine auf Geowebdiensten basierende Visualisierung von Nowcasting-Informationen realisiert werden. Mit Hilfe dieser Implementierung konnten wertvolle Erfahrungen über die performante Nutzung von Geowebdiensten zur Visualisierung meteorologischer Daten gewonnen werden.

### Innovationen in der Kundenversorgung

#### ► Integration meteorologischer Daten in Navigationssysteme

Für die Planung und Durchführung von Flügen verwenden Piloten der Verkehrsluftfahrt und der Allgemeinen Luftfahrt zusätzlich und zunehmend IT-Anwendungen von Firmen, die Navigations- und Luftraumdaten beinhalten und die ergänzend Flugwetterinformationen dar-

stellen. Der DWD ermöglicht diesen Firmen, Flugwetterinformationen des pc\_met in ihre IT-Anwendungen zu integrieren. Diese Möglichkeit der Integration von pc\_met-Informationen in IT-Anwendungen externer Firmen war bisher auf Kunden beschränkt, die einen kostenpflichtigen Zugang zum pc\_met Internet Service besitzen. Da diese IT-Firmen ihre Flugplanungs- und Flugnavigationssysteme europa- und z. T. weltweit vertreiben, haben sie viele Piloten als Kunden, die nicht beim DWD als pc\_met-Nutzer registriert sind. Mit dem Ziel, diesen Firmen eine Möglichkeit zu schaffen, Flugwetterinformationen des DWD zu beziehen und in ihre IT-Anwendungen integrieren zu können, ohne dass der Kunde ein registrierter pc\_met Nutzer sein muss, bietet der DWD ein zweites Vertriebsmodell an. Die jeweiligen IT-Firmen beziehen die gewünschten Flugwetterdaten des DWD direkt und binden sie ohne Beschränkung auf pc\_met Kunden in ihre Anwendungen ein. Die gebührenfinanzierten Flugwetterinformationen werden bis auf ein monatliches Bereitstellungsgeld ohne weitere Kosten abgegeben, wohingegen die

preisfinanzierten Produkte in Rechnung gestellt werden.

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

Im Rahmen des 5. Luftfahrtforschungsprogramms des BMWi führte der DWD als Verbundführer zusammen mit der Deutschen Flugsicherung (DFS) und der Fa. MeteoSolutions das Projekt Weather Visualisation for ATC (WxVis4ATC) durch. Ziel dieses Projekts ist es u. a., die meteorologischen Daten derart bereitzustellen, dass die meteorologische Aussage bei der Verarbeitung durch die technischen Systeme bei der DFS erhalten bleibt. Das bedeutet, dass die Produkte unverfälscht dem Endnutzer in METFROG, dem MET-Visualisierungstool der DFS, also interpretationsfrei, prozessorientiert und ergonomisch zur Verfügung gestellt werden. Das Projekt ist Mitte 2016 gestartet worden und läuft über einen Zeitraum von ca. 3 Jahren. Über WxVis4ATC sollen unter Einbeziehung eines neuronalen Netzes die Vorhersagen weiter kalibriert und seitens der DFS evaluiert werden. Zusätzlich wird ein automatisiertes Auswertungs- und Entscheidungsunterstützungssystem erprobt und eine geeignete Visualisierung des Outputs realisiert werden.

► **Task Force Vulkanasche**

Die Abteilung Flugmeteorologie hat sich in Hinblick auf ein mögliches Vulkanascheereignis im Krisenfall umorganisiert, um reaktionsschneller zu werden und Beratungen zielgerichtet für die Bedarfsträger durchzuführen. Zur Übung VOLCEX 2016 traf sich das Team der Task Force Vulkanasche in dem für die Vulkanaschekrise eingerichteten Raum im Bildungszentrum Langen. Hier werden im Krisenfall Vulkanaschekonzentrationsvorhersagen und Warnungen erstellt und der Krisenstab der Deutschen Flugsicherung ist fußläufig zur direkten Beratung stets erreichbar. Das Team der Task Force Vulkanasche

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

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

Der DWD hat einen Datensatz zusammengestellt, der speziell an den Bedürfnissen der Luftfahrtkunden ausgerichtet ist. Dieser Datensatz enthält Elemente direkt aus dem meteorologischen Wettermodell ICON, daraus abgeleitete Größen und zusätzliche Elemente von Anschlussverfahren wie ADWICE für die Flugzeugvereisung und dem Turbulenzverfahren. 2016 wurden für die direkte Versorgung unserer Kunden fünf verschiedene Datenpakete definiert:

**ICON-Volumendaten:**

Wind, Temperatur, Feuchte; Geopotential und Wolkenbedeckung in 26 Druckflächen,

**ICON-Einzelflächen:**

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

**Cb, Niederschlag und Wetter**

**(inkl. Erkennung von Gewittern):**

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

**Vereisung:**

ADWICE severity (Volumen auf p Flächen); ADWICE scenario (32 Einzelflächen),

**Turbulenz:**

EDP MAX (Volumendaten in 30 Drucklevels),  
EDP\_MAX\_LFIR\_FL100/180,  
EDP\_MAX\_UFIR\_FL180/245,  
EDP\_MAX\_LUIR\_FL245/FL335,  
EDP\_MAX\_UUIR\_FL335/FL450.

2017 wird dieser Kundendatensatz in globaler Abdeckung und als Europaausschnitt verfügbar sein.



## 3 Kundendienstleistungen

### 3.3 Kundenkonsultationen

34

#### Kundenforum

Die Abteilung Flugmeteorologie führt jährlich ein Kundenforum durch, auf dem den Gästen von Flughäfen, Fluggesellschaften, Verbänden, dem BMVI, dem BAF, dem LBA und der DFS die neuen flugmeteorologischen Entwicklungen des DWD vorgestellt werden. Der Flugwetterdienst wird damit auch der Forderung der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011 (siehe Fußnote auf Seite 56) nach jährlichen Kundenkonsultationen gerecht.



▲ Vortrag während des Kundenforums 2016 durch den Leiter der Abteilung Flugmeteorologie, Herrn Klaus Sturm

Das Kundenforum im Jahr 2016 fand am 17. November in der DWD-Zentrale in Offenbach statt. Wie in jedem Jahr stießen die Fachvorträge beim Zuhörererkreis auf großes Interesse, hier vor allem die Darstellung von Herrn Matthias Beckmann von der Fraport AG. Er referierte zum Thema »Pünktlichkeits- und Performancemanagement FRA – Einfluss von Wetter und Vorhersagen« und zeigte, dass die Pünktlichkeitsrate an Deutschlands größtem Flughafen bei 80 Prozent liegt und sich damit der Frankfurter Flughafen international unter den Top-20 befindet.

Den Gästen wurde während des Kundenforums der Jahresbericht 2015 des Flugwetterdienstes vorgestellt und damit nicht nur die Leistungsbe-

schreibung, sondern auch die Luftfahrtkosten des Jahres 2015. Die Vorstellung des Berichts wurde aufmerksam von den Kunden verfolgt, insbesondere die prognostizierte Kostenentwicklung für die kommenden Jahre.

#### Messen- und Ausstellungspräsenz

Der Flugwetterdienst beteiligt sich regelmäßig an Luftfahrtmessen. Im Jahr 2016 war es die AERO in Friedrichshafen vom 20. – 23. April 2016 und die Internationale Luft- und Raumfahrtausstellung (ILA) in Berlin vom 1. bis 4. Juni 2016. Dort wurden den Messebesuchern vor allem die neuesten Produkte des Selfbriefingsystems pc\_met Internet Service präsentiert. Die Besucher konnten ihre Fragen rund um die Flugmeteorologie, zu den Flugwetterprodukten sowie zu den verschiedenen Fachverfahren und Selfbriefingsystemen mit den Mitarbeitern des DWD besprechen.

Zusätzlich zu den Luftfahrtmessen AERO und ILA unterstützte der DWD 2016 mit einer Vor-Ort-Präsenz auch einige Luftfahrtveranstaltungen, wie z. B. den Deutschen Segelfliegertag in Berlin, den Pilotentag der DFS in Langen oder den NRW-Luftfahrertag in Kamen. Die Messen und Ausstellungen wurden genutzt, um mit den Kunden in direkten Dialog zu treten und um Rückmeldungen zum gesamten Leistungs- und Angebotspektrum zu erhalten.

Der Messestand des DWD auf der AERO in Friedrichshafen ►







© Petter Hjulstad  
Inderøy, Norwegen  
Position: 63° 52' 46" N ; 11° 13' 41" O  
11. 08. 2015, 18:25 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Südwest

# Cumulonimbus mit Arcus

Cumulonimben sind massive, dichte Wolken mit enormer vertikaler Ausdehnung, ähnlich einem Berg oder hohen Türmen. Die Unterseite solcher Wolken ist oft sehr dunkel. In dieser Abbildung tritt die Begleitwolke Arcus hervor: Man erkennt eine sehr dichte horizontale Rolle an der unteren Frontseite des Cumulonimbus, die das Aussehen einer dunklen, bedrohlichen Walze hat. Die Begleitwolke Arcus wird durch die starken und kalten Fallwinde gebildet, die an der Vorderseite der Unwetterwolke herunterschließen. Auf diesem Bild wirkt die gesamte Unterseite des Cumulonimbus mit Arcus zerrissen.



## 4 Innovation und Entwicklung

### 4.1 Informationstechnik und Messsysteme

38

#### Umgang mit gestiegenen Datenmengen

Die aktuellen fachlichen Maßnahmen des DWD führen zu einem enormen Anstieg von meteorologischen Daten. Zu diesen Maßnahmen zählen insbesondere der Ausbau von räumlich sondierenden Fernerkundungssystemen, in denen kontinuierlich rasterbezogene Messdaten produziert werden (z. B. Radar, LIDAR, Satellitenbeobachtungen, Windprofiler), der Übergang zu numerischen Wetter-

bewältigen. Um den stetig steigenden Anforderungen bezüglich Zugriffsverhalten und Ausfallsicherheit zu genügen, wurden Anpassungen beziehungsweise Erweiterungen des Datenmanagements in Bezug auf System- sowie Softwarearchitektur durchgeführt. Die Programme des zentralen Dateneingangs wurden dahingehend reorganisiert, dass sie skalierbar und im Design flexibler sind. Die Entschlüsselungssoftware für eingehende Daten wurde erweitert, um sowohl neue Formate als auch die steigende Datenmengen betriebsstabil



▲ Cray-XC40

modellen mit höherer Auflösung und Komplexität, die Verdichtung der Produktion durch eine höhere Anzahl von Modellläufen und die Berechnung von mehr Spezialmodellen, die Durchführung von Projekten zum Klimawandel und die Berechnung regionaler Klimamodelle.

Die IT-Systeme des DWD müssen in der Lage sein, einen derart großen Anstieg des Datenvolumens in der vorgegebenen Verarbeitungszeit zu

verarbeiten zu können.

Die zentrale Datenhaltung wurde mit Parallelisierung und besonderen Cache-Mechanismen ausgebaut.

Für die Aufgaben des nationalen und internationalen Datenaustauschs werden verschiedene IT-Systeme eingesetzt, die im 24h-Dauereinsatz betrieben werden, z. B. das Verfahren WISO, das die Anforderungen im Bereich der internationalen Dienstleistungen sowie der nicht im DWD angehörigen überregionalen Nutzer mit 99,95 % Verfügbarkeit abdeckt.

### **Steigerung und Redundanz der Produktion**

Im Deutschen Meteorologischen Rechenzentrum (DMRZ) am Standort Offenbach werden redundante Hochleistungsrechnersysteme, Hochleistungsdatenhaltungssysteme und das meteorologische Archiv betrieben. Als georedundanter Ausfallstandort des DMRZ sind weitere Datenhaltungs- und Produktionssysteme an den Standorten Berlin, Potsdam und Euskirchen untergebracht. Des Weiteren werden Ressourcen am EZMW in Reading genutzt. Die drei Produktionslinien NWV, Klimaroutine und Experimentiersystem sind über die DMRZ-Standorte verteilt. Somit ist der operationelle IT-Betrieb des DMRZ für die wichtigsten Fachverfahren georedundant abgesichert, auch für die Verfahren für die Flugmeteorologie.

Da die Kernproduktion rund um die Uhr zu gewährleisten ist, müssen ihre Prozesse hochverfügbar und hoch performant sein. Die Leistungsanforderungen der numerischen Vorhersageverfahren steigen mit dem allgemeinen wissenschaftlichen Fortschritt stetig an.

Ende des Jahres 2016 konnte die Leistung des Hochleistungsrechnersystems des DWD um 60 % ausgebaut werden. Die Herstellerunterstützung für diese Installation ist bis Ende des Jahres 2019 vertraglich sichergestellt. Auch die 2010 in Betrieb genommene Archivinfrastruktur wurde 2016 erneuert, wobei die geänderten Leistungsanforderungen berücksichtigt wurden.

### **Neue Produktionssteuerungssoftware ECFLOW**

Nach dem erfolgreichen Einsatz der Produktionssteuerungssoftware ECFLOW (ECMWF Work Flow package) am Backuprechenzentrum des DWD in Potsdam und Berlin wurde 2016 begonnen, auch die Produktionssteuerung der Routine (Modelle der numerischen Wettervorhersage, abgeleitete Folge- und Endprodukte sowie Datenabgaben) vom bisher verwendeten System SMS auf ECFLOW

umzustellen. Diese Migration wurde Anfang 2017 abgeschlossen.

### **Softwarebibliotheken**

Die intensiv genutzten meteorologischen Softwarebibliotheken und IT-Werkzeuge wie libDWD, GRIB\_API, fieldextra und CDO werden ständig auf dem aktuellen Entwicklungsstand gehalten, in ihrer Funktionalität getestet und auf neuen Hardwareplattformen zur Verfügung gestellt. Die Herstellung nicht-interaktiver Grafikprodukte wird in enger Abstimmung mit den Herstellern des Produktionssystems NinJo-Batch und den Produktentwicklern technisch und inhaltlich vorangetrieben. Dedizierte Testsysteme und -verfahren werden eingesetzt, um einen störungsfreien Übergang zu neuen Produkt- und NinJo-Batch-Versionen zu ermöglichen.

### **Steigerung der Leistung durch verbesserte Infrastruktur in der Fläche**

Im Bereich des sog. meteorologischen Postprocessing wurde im Jahr 2016 erfolgreich die lokale Server- und Speicherinfrastruktur an allen betroffenen Luftfahrtberatungszentralen auf einen Leistungsstand gebracht, der dem deutlich steigenden Speicherplatzbedarf der neuen numerischen Wettervorhersagemodelle (NWV-Modelle) des DWD Rechnung tragen kann. Der Austausch der NinJo-Workstation (NPC) an den Luftfahrtberatungszentralen wurde bedarfsgerecht gestaltet, so dass an Arbeitsplätzen mit besonders hohen Anforderungen an die Leistung auch die jeweils aktuell leistungsfähigsten NPC-Typen aufgestellt wurden.

Die Leistungssteigerung bei den Endgeräten und den Kapazitätssteigerungen bei den Speichersystemen ermöglichen es, weitere Wettervorhersagemodelle und aktuellere, höher auflösende Wetter-, Radar- und Satellitendaten an allen Standorten zur Verfügung zu stellen.

Webanwendungen haben in den letzten Jahren eine immer größere Bedeutung bei der Präsentation und Verbreitung der DWD-Produkte bekommen. Die Nutzung von mobilen Endgeräten wird diesen Trend zukünftig weiter verstärken.

### **Modernisierung der Flugsteuerungssysteme im Kontext der Europäisierung**

OPMET-Daten sind meteorologische Informationen, u. a. METAR, SPECI, TAF und SIGMET, die momentan in Form von kodierten Textgruppen international verteilt werden (TAC – Traditional Alphanumeric Code). Diese gilt es, in moderne Datenformate zu überführen.

2016 fanden Aktivitäten zur Konzeption der Systeme und Verfahren zur Überführung von METAR, TAF und SIGMET Meldungen von TAC zu IWXXM statt. Weiterhin wurden die Ressourcen für die Umsetzung bestimmt und ein Konzept für die weitere Vorgehensweise ermittelt. Ende des Jahres konnte im Rahmen einer Personalmaßnahme eine Stelle für die Umsetzungsmaßnahmen besetzt werden, weshalb ab 2017 mit der Umsetzung der geplanten Maßnahmen begonnen wurde.

Im Rahmen der Konzeptionsphase wurde die Komplexität des Gesamtvorhabens durch Zerlegung und Abbildung auf die einzelnen Produktionssysteme aufgegliedert und so überschaubarer gemacht. Dadurch erschlossen sich Lösungswege für die einzelnen Umsetzungsschritte. Als eine wichtige Rahmenbedingung wurde identifiziert, dass andere laufende Projekte nicht im Fortgang durch diese Maßnahme gestört werden dürfen. Es konnten generische Schnittstellen identifiziert werden, die für eine nachhaltige Entwicklung genutzt werden können.

### **ASDUV-Erneuerung abgeschlossen**

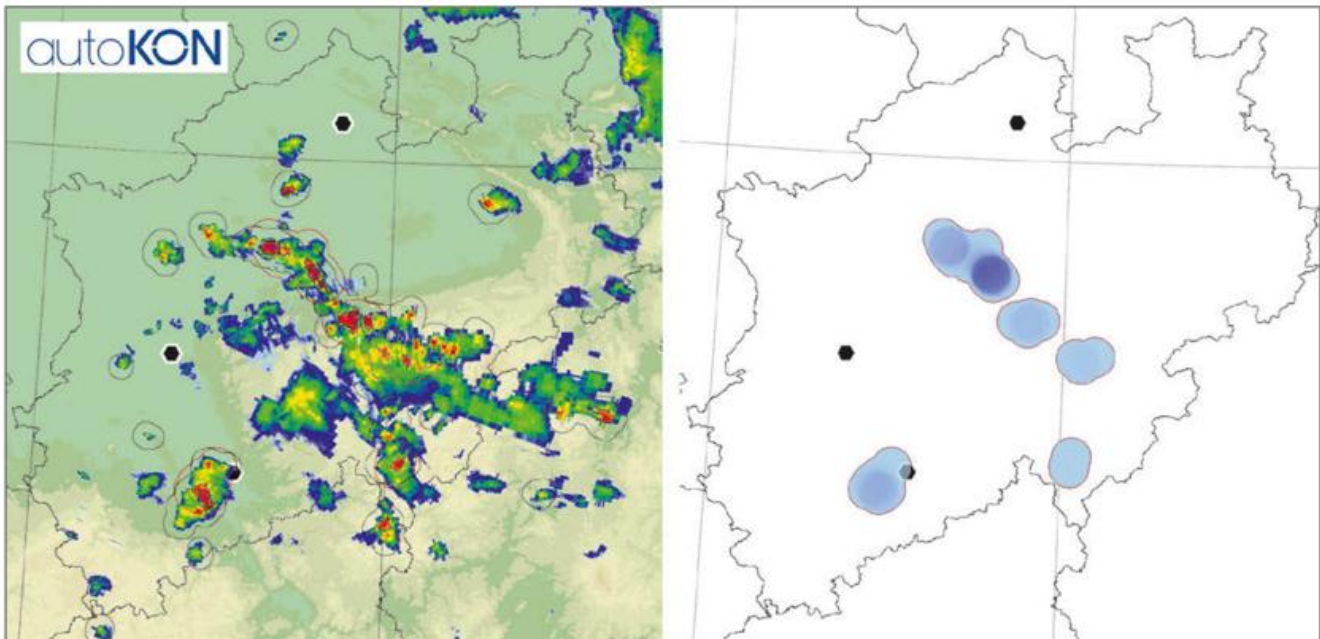
Die letzte ASDUV Anlage wurde im Frühjahr 2016 im Landebahnbeobachterhaus am Flughafen Köln/

Bonn installiert. Damit sind alle Flugwetterwarten an den 16 internationalen Flughäfen Deutschlands und die fünf Luftfahrtberatungszentralen mit dem neuen ASDUV ausgestattet. Die Betreuung von ASDUV haben die zuständigen Linienmitarbeiter übernommen und stellen somit den stabilen Betrieb der Datenverarbeitung und -übermittlung der Flugwetterbeobachtung im DWD sicher. Die meteorologischen Daten der Flughäfen, das sind 10-Sekunden-Telegramme, halbstündliche METAR, nach Erfordernis SPECI, MET-Report und das sogenannte airport-customer-telegramm, werden mit Hilfe des neuen ASDUV in die DWD-Zentrale geliefert. Ein Teil der Daten wird direkt an die DFS übermittelt.

### **AutoMETAR**

Auf diese o. g. ASDUV-Infrastruktur baut das Projekt AutoMETAR auf, über das im Jahresbericht 2015 ausführlich berichtet wurde. Ziel dieses Projektes ist es, die Erstellung der Flughafenwettermeldungen einschließlich der Wetterbeobachtung zu automatisieren. Seit dem 01. 04. 2015 wurde an den internationalen Verkehrsflughäfen Saarbrücken und Bremen mit in den Nachtstunden geschlossener Kontrollzone ein automatischer Betrieb in einer ersten Automatisierungsstufe aufgenommen. Die nächste Automatisierungsstufe soll an allen internationalen Verkehrsflughäfen im Zeitraum Oktober 2018 bis September 2019 in Betrieb gehen. Hierfür muss das ASDUV um Sensoren zur Erfassung der Niederschläge ergänzt und die Messfelder erweitert werden. Im Jahr 2016 wurden Ausschreibungen für einen sog. Present-Weather-Sensor zur Klassifizierung der Niederschlagsarten und der Niederschlagsintensität sowie einen Hageldetektor initiiert.

Als gemeinsame Plattform für die Entwicklung von Algorithmen zur Bestimmung der Wetter- und Wolkeninformationen an Flughäfen wurde im Jahr



▲ Radarzell- und Blitzclustererkennung von autoKON in der Implementierung vom Frühjahr 2016. Fallbeispiel mit Gewitter am Flughafen Köln-Bonn vom 26. September 2017 16:15 UTC. Rechts: Blitzdichte (blaue Flächen) und detektierte Blitzcluster (rote Polygone); links: Hochaufgelöstes Radarkomposit (HX) mit erkannten konvektiven Zellen (schwarze Polygone) und überlagerten roten Blitzclusterpolygonen. Zum gleichen Zeitpunkt wurde ein SPECI gemeldet (u. a.: -TSRA SCT042CB). Geoinformationen: ©SRTM-<http://srtm.csi.cgiar.org>

2016 das Software-Framework autoOBS entwickelt und in einer ersten Ausbaustufe realisiert.

Dieses Framework dient als Entwicklungs- und Laufzeitumgebung für drei Software-Module:

- ▶ autoKON zur Erkennung konvektiver Zellen
- ▶ autoPWX zur Bestimmung des gegenwärtigen signifikanten Wetters
- ▶ autoCLD zur Bestimmung der Bewölkung

Im Software-Modul autoKON wurden bereits Blitz- und Radardaten implementiert, um daraus konvektive Zellen und Blitzcluster zu ermitteln und zu überlagern. Diese Arbeiten bilden die Grundlage für die Detektion von Gewittern, Schauern und stark konvektiver Bewölkung (CB/TCU).

**NWV-basierte Turbulenzvorhersage des Eddy Dissipation Parameter (EDP)**

Die Turbulenzvorhersage gemäß ICAO Annex 3 führt der DWD mit der Vorhersage des EDP durch. Diese Vorhersage wurde im Jahr 2016 von COSMO-EU auf ICON umgestellt. Dazu wurde in ICON die Ausgabe des horizontalen Scherterms für das Turbulenzschema implementiert und ein geeignetes Verfahren zur Darstellung des Terms auf einem regulären Gitter untersucht. Des Weiteren wurde ein Wichtungsfaktor für diesen Term vorgeschlagen. Anhand von objektiven Verifikationsmaßen sowie Fallstudien konnte dieser Wichtungsfaktor bestimmt werden. Im Rahmen dieser (noch andauernden) Verifikation mussten auch Datenbanken mit Beobachtungs- und Modelldaten befüllt werden. Die Verifikation für den gesamten Datensatz (Jahr 2015, Gebiet: USA) befindet sich in einer weit fortgeschrittenen Phase.

Eine erste Erkenntnis ist, dass das Verfahren die Turbulenzgebiete recht gut raum-zeitlich trifft. Allerdings ist die vorhergesagte Intensität höher

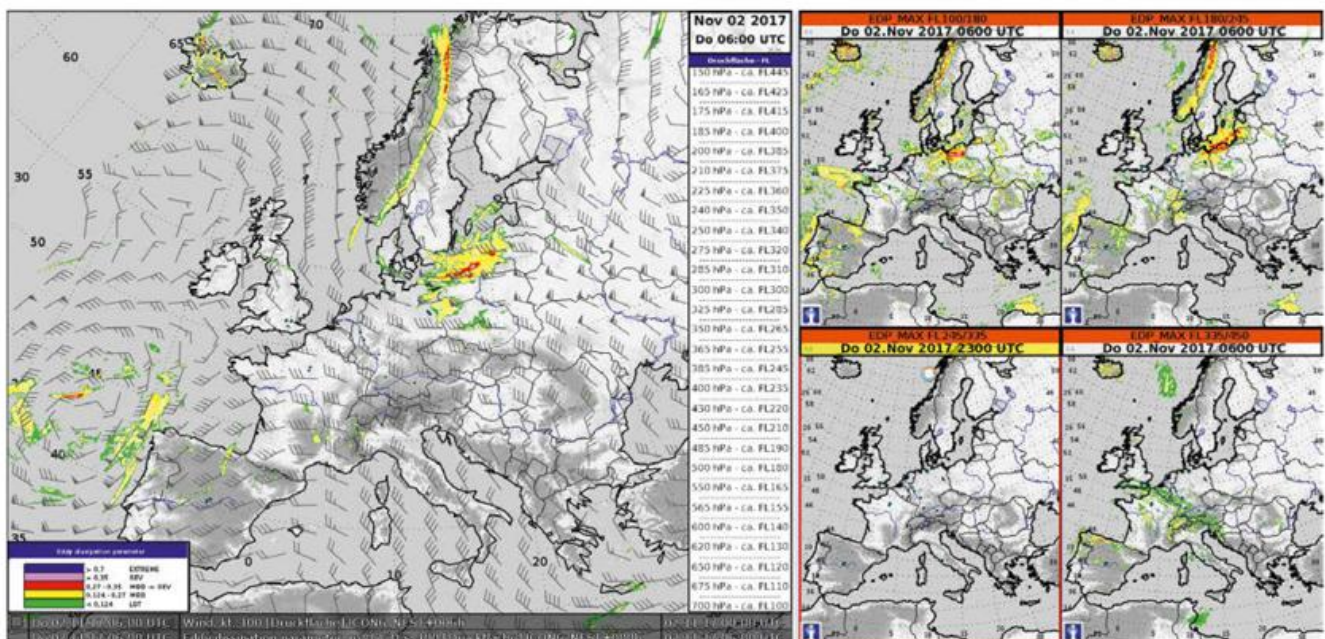
als beispielsweise beim amerikanischen Verfahren GTG2 («Graphical Turbulence Guidance») des NCAR. Dies deckt sich mit Berichten von Piloten, die sich eine geringere Intensität wünschen. Ein guter Weg scheint hier eine Transformation zu sein, die die Modellklimatologie des EDP aus dem ICON mit in-situ-Beobachtungen von kommerziellen Flügen zur Deckung bringt.

**NWV-Beschreibung starker Konvektion**

Neben Höhenwinden, Vereisung und Turbulenz ist starke Konvektion mit einhergehender TCU- und CB-Bewölkung ein wichtiger meteorologischer Eingangsparameter für die Flugroutenplanung. Deshalb ist in Ergänzung zu Konvektionsnowcasting und -kürzestfristvorhersage der globale ICON-basierte Datensatz um einen geeigneten Parameter zur Beschreibung der starken Konvektion zu ergänzen.

Da die genaue räumliche und zeitliche Vorhersage von starken konvektiven Ereignissen bis heute eines der schwierigsten Teile der Wettervorhersage bleibt, ist die stochastische Beschreibung

▼ »Turbulenz\_ICON6\_NEST\_EDP« Vorhersage für T+24; vier EDP\_MAX-Felder und EDP in FL300 im Hauptfenster



der konvektiven Ereignisse im Vergleich mit der konventionellen deterministischen zu bevorzugen. Die zurzeit existierenden stochastischen Konvektionsschemata von Plant & Craig (2008) und Sakradzija & Seifert (2016) sind allerdings aufwändig in Bezug auf die Rechenzeit, so dass es unwahrscheinlich ist, dass sie im operationellen Betrieb benutzt werden können. Es wurden Anstrengungen unternommen, diese Schemata auf ein nicht so aufwändiges System stochastischer Gleichungen zu reduzieren, so dass das Verhalten der resultierenden konvektiven Größen zu dem der ursprünglichen Schemata identisch ist. Es wurde gezeigt, bei welchen Annahmen in den Schemata das möglich ist; allerdings, selbst wenn die Annahmen die komplett identische Lösung nicht zulassen, ist die Diskrepanz in der Praxis völlig akzeptabel. Es zeigt sich bei diesen ersten Tests, dass sich die Statistik der konvektiven Ereignisse bei der stochastischen Beschreibung im Vergleich mit dem deterministischen Modell ändert, selbst wenn die gesamte Niederschlagssumme unverändert bleibt. In den Simulationen mit dem stochastischen Konvektionsschema gibt es wenig schwache Ereignisse und mehr seltene starke, was mit den Beobachtungen besser übereinstimmt. Das Verfahren wurde in das ICON-Modell implementiert und getestet.

#### **Einbau von MODE-S-Daten in die Modellkette**

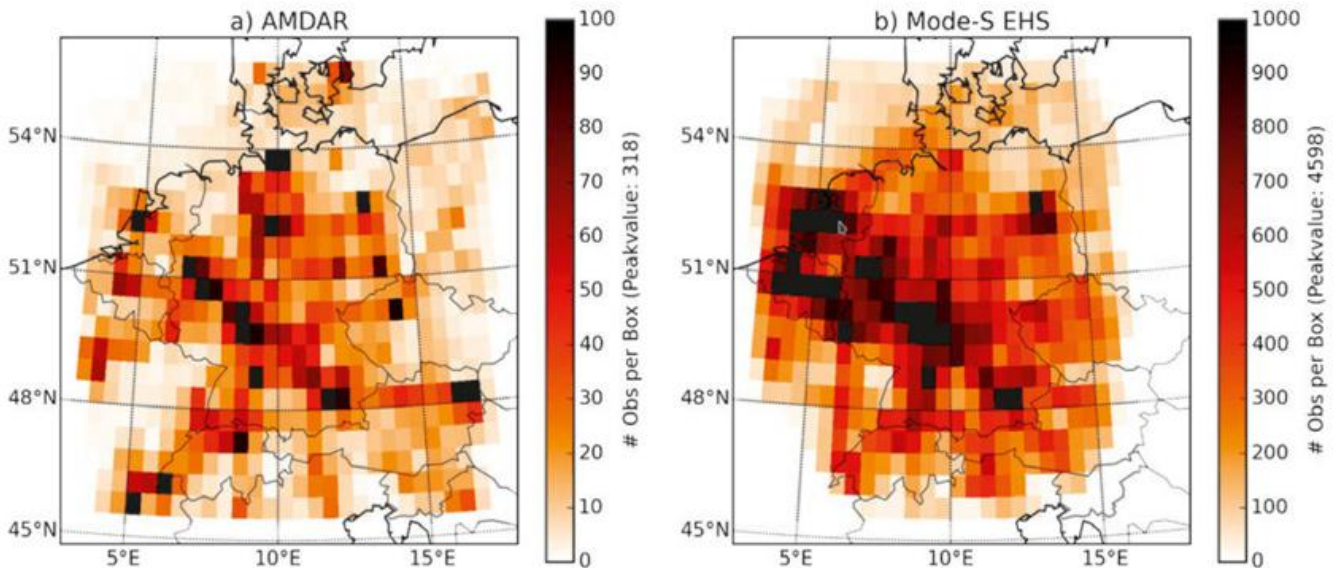
Ziel des Projektes »Hochaufgelöste Ensemble-Datenassimilation zur Wettervorhersage für den Flugverkehr« war die Untersuchung von hochaufgelöster numerischer Modellierung (COSMO Modell) und Datenassimilation (KENDA) zur Verbesserung der Vorhersage luftfahrtrelevanter atmosphärischer Parameter und Risiken für den Bereich des Flughafens Münchens (MUC).

Im Rahmen eines F&E-Vertrages zum Flughafen-lokalmodell mit dem DLR im SFP 1.11 wurden im

Jahr 2016 ein hybrides Wind-Nowcasting-Verfahren mittels eines Kalman-Filters untersucht. Ziel der Untersuchung war es, in Vorbereitung auf das Integrierte Vorhersagesystem und einer in SESAR geforderten Anwendung zum zeitgestaffelten finalen Endanflug, zu ermitteln, inwiefern sich die Vorhersagequalität innerhalb der ersten 30 bis 60 Minuten Vorhersagezeit gegenüber den reinen numerischen Lokalmodellen wie COSMO-DE und COSMO-MUC verbessern lässt. Das VVP-Produkt (»Volume Velocity Processing«) zum vertikalen Windprofil als Ausgabe des LLWAS-Systems am Flughafen München diente als Eingangsdatenbasis für das Windnowcasting. Es zeigt sich eine Verbesserung der Vorhersagequalität. Die Dauer der Verbesserung gegenüber der NWV ist wetterlagenabhängig. Bei sich schneller ändernder Tiefdruckwetterlage beläuft sich der Vorsprung auf etwa 30 bis 60 Minuten, bei ruhigem Hochdruckwetter kann das Nowcasting-Verfahren bis zu +2 h bessere Vorhersagen liefern. Im TB-2 des HERZ-Programms wurden die vom KNMI aus Mode-S prozessierten Winddaten in die Datenassimilation für COSMO-MUC assimiliert. Dadurch wird eine Qualitätssteigerung in den Vorhersagen erzielt. Mode-S Winddaten sollen zukünftig in die operationelle Datenassimilation des KENDA-Systems in die NWV beim DWD integriert werden.

#### **Flughafenmodell COSMO-MUC und SINFONY**

In drei Arbeitspaketen wurde in WP1 ein Modellierungs-Setup mit einem Rechengebiet über Bayern getestet, welches in das Standard DWD Setup über Mitteleuropa (COSMO-DE) eingefügt wird. In einem WP2 ging es um die innovative Einbindung hochaufgelöster Flugzeugmessungen (MODE-S Daten). WP3 hat weitere X-Band Radar Windmessungen untersucht, ferner die Verbesserung der Vorhersage durch das neue KENDA System im Vergleich zum bisherigen Nudging Verfahren.



▲ Datendichte der Mode-S Flugzeugbeobachtungen (Lange, H. und Janic, C: American Meteorology Society, Monthly Report, May 2016)

Die Einbindung neuer Beobachtungsdaten (MODE-S, Doppler-Radarbeobachtungen) hat sich positiv auf die Vorhersagequalität ausgewirkt. Auch konnte gezeigt werden, dass die Nutzung des neuen KENDA-Systems dem des Nudging überlegen ist.

Diese Arbeiten des Projektes wurden inzwischen vom DWD-Entwicklungsteam aufgegriffen und befinden sich in der Vorbereitung für eine operationelle Nutzung für COSMO-DE und COSMO-DE-EPS im DWD.

Die Ergebnisse mit KENDA haben zur Kernentwicklung der NWV für Deutschland beigetragen. Das System KENDA wurde am 21. 3. 2017 beim DWD in den operationellen Betrieb übernommen. Die Arbeiten am hochauflösenden Setup für das Gebiet MUC im Vergleich mit COSMO-DE konnte keine Verbesserung nachweisen – hier wurde gezeigt, dass weitere grundlegende Arbeiten nötig sind. Die gewonnenen Erfahrungen sind als Vorarbeiten für die Entwicklung eines integrierten Vorhersagesystems (SINFONY) wichtig und fließen in dieses aktuelle Prioritätsprojekt des DWD im Rahmen einer Reihe von IAFE-Forschungsprojek-

ten ein (»IAFE«: Innovation in der angewandten Forschung und Entwicklung).

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

Nach derzeitigem Stand wird 2020 der erste MTG-Satellit gestartet. 2022 soll der erste MTG-Sounding-Satellit folgen, auf dem ein hyperspektraler Infrarot-Sondierer fliegt. Insbesondere der Infrarot Sondierer stellt durch die hohe räumliche und zeitliche Datendichte ein erhebliches neuartiges Potential – und eine große Herausforderung – dar. Zur Vorbereitung der Nutzung dieser Daten in der NWV laufen folgende Projekte (begonnen in den Jahren 2015/2016/2017):

- ▶ Arbeiten zur erweiterten Assimilation von Daten hyperspektraler Sondierer im globalen ICON-EnVAR-System insbesondere für feuchtesensitive Kanäle und Daten über Land (IAFE Rahmen)
- ▶ Implementierung und Experimente zur Nutzung von komprimierten Datensätzen mittels Prinzipaler Komponenten-Analyse.

Die Entwicklung eines Prototyps zur Verarbeitung der im Gegensatz zur aktuellen Meteosat-Generation erweiterten Spektralkanäle wurde begonnen, auch um den Import von neuartigen Wasserdampf- und Kohlendioxid-Messungen – mit dem sogenannten IRS-Modul (Infrared scanner) – in das meteorologische Visualisierungssystem NinJo zu realisieren. Die DWD-Vorhersagezentrale beteiligt sich bei der Evaluierung erster Simulationsdaten im Rahmen einer EUMETSAT-Demonstrationsphase im zweiten Quartal 2016.

Das Ziel ist es, die operationelle Verarbeitung der MTG-IRS Produkte im DWD zu testen, die Proxy-Datenqualität zu validieren und gleichzeitig den Nutzen im Vorhersage und Warndienst abzuschätzen. Über die Erfahrungen und Probleme während der Testphase soll an EUMETSAT berichtet werden. In Zukunft sind weitere Projekte für die operationelle Verarbeitung von Testdatensätzen in Kooperation mit EUMETSAT geplant.

Basierend auf von EUMETSAT bereitgestellten MTG-Testdatensätzen wurden neue Import-Routinen zur Satellitendatenverarbeitung mit dem Softwarepaket PyTroll geschrieben. Außerdem wurde begonnen, das Potential der neuen Satellitendaten für die Vorhersage und Nowcastingverfahren an Hand von ähnlichen bereits verfügbaren Satellitenprodukten anderer Instrumente abzuschätzen.

Da die von EUMETSAT definierten Datenformate für die MTG-Instrumente sich noch in der Abstimmung befinden, können sich diese im Rahmen der Diskussionen mit den Nutzern noch verändern. Daher ist die Entwicklung von Importroutinen-Prototypen für Software zur Satellitendatenverarbeitung und Visualisierungen nur bedingt möglich, Anpassungen müssen entsprechend eingepflegt werden.

Die Frage, ob mit dem neuen (Var)EnKF System Windinformation aus der Assimilation einer zeitlichen Sequenz von feuchtesensitiven Radianzen gewonnen werden kann, wird im Rahmen

eines EUMETSAT-Förderprogramms untersucht. Die Nutzung, insbesondere von Wolkeninformationen aus den Satellitendaten, ist das Ziel von zwei Projekten zur Assimilation von Infrarot und sichtbaren Daten im COSMO-LETKF. Der Einbau einer ersten Auswahl von Meteosat-Kanälen im ICON-EnVAR-System zeigt eine leichte Vorhersageverbesserung im Experiment.

Des Weiteren wurde eine Zusammenstellung von Nowcastingverfahren begonnen, bei denen potenzielle Verbesserungen durch MTG im Vergleich zu bisher verfügbaren Satellitenprodukten zu erwarten sind. Hierdurch soll geprüft werden, ob und wie vorhandene Verfahren angepasst werden können.

#### **Ausbreitungsbestimmung von Vulkanasche durch ICON-ART-Module**

ICON-ART Simulationen werden als numerische Vorhersageexperimente täglich für einen hypothetischen Ausbruch des isländischen Vulkans Bárðarbunga durchgeführt. Alle flugmeteorologisch relevanten Produkte dieser Simulationen werden im GRIB2-Format in die DWD-Datenbanken gespeichert, allerdings noch nicht automatisch auf die NinJo Vulkanasche Server übertragen. Eine automatische Erzeugung von Grafiken für die Emergency Briefing Website muss ebenfalls noch realisiert werden. Im Vergleich zu den früheren COSMO-ART-Simulationen wurde die Produktpalette um Höhen der Untergrenze und Obergrenze einer Vulkanaschewolke für zwei vorgegebene Konzentrationsschwellwerte (2 000 und 4 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) erweitert.

Grundsätzlich können mit ICON-ART Simulationen der Vulkanascheausbreitung für jeden beliebigen Vulkan der Erde durchgeführt werden. Zur vollständigen Nutzung dieser Funktionalität muss jedoch geklärt werden, wie Informationen zu kritischen Simulationsparametern wie Fahnenhöhe, Beginn und Ende der Eruption aus Volcanic Ash

Advisories oder anderen Informationsquellen automatisch extrahiert werden können.

#### **Ensemble-Datenassimilation im ICON-Modell**

Im Januar 2016 wurde die 3D-Var Datenassimilation für das operationelle nichthydrostatische Modell ICON um eine Ensemble-Komponente (ICON-EDA: Ensemble-Datenassimilation) erweitert. Die ICON-EDA umfasst 40 ICON-Vorhersageläufe (global mit 40 km Maschenweite und 90 Schichten und über Europa mit 20 km und 60 Schichten) über 3 Stunden, die über einen lokalisierten Ensemble Transform Kalman-Filter (LETKF) verknüpft werden. Die ICON-EDA erlaubt es u.a. den Modellfehler wetterlagenabhängig zu modellieren und trägt in Verbindung mit der 3D-Var Datenassimilation (Hybrid-Ansatz EnVar) zu einer deutlichen Verbesserung des Anfangszustandes (Analyse) des ICON sowie zu einer Steigerung der Vorhersagequalität, vor allem des Windes, bei.

#### **Verbesserungen der COSMO-DE-Modelle durch erweiterte Datenassimilation**

Die Ensemble-basierte Datenassimilation für COSMO-DE (KENDA) wurde ab Mitte 2016 in der prä-operationellen Parallelroutine getestet. Mittels objektiver Verifikation wurde die Vorhersagegüte in den verschiedenen Jahreszeiten für alle relevanten Vorhersageparameter bestimmt und mit der bisherigen Routine verglichen. Dabei zeigte sich, dass sich die neue Datenassimilation auf die Vorhersage konvektiver Niederschläge im Sommer und auf die 2-m Temperatur vor allem im Winter deutlich positiv auswirkt. Negative Auswirkungen wurden für den Bodendruck im Sommer festgestellt, was aber von geringer Bedeutung ist.

Zeitgleich zum KENDA-Testbetrieb wurde ein komplett neues Setup von COSMO-DE-EPS in die Parallelroutine genommen. Dabei werden Anfangszustände von 20 Mitgliedern der COSMO-DE-

Ensembledatenassimilation direkt als Anfangsbedingungen für das Vorhersageensemble verwendet. Außerdem werden ICON-EPS-Vorhersagen als seitliche Randbedingungen für COSMO-DE-EPS genutzt. Damit wurden zweimal täglich COSMO-DE-EPS Vorhersagen gerechnet und für verschiedene Perioden objektiv verifiziert. Das neue Setup verifiziert in allen Jahreszeiten und in nahezu allen Vorhersagegrößen deutlich besser als das bisherige operationelle System.

Die Ensembledatenassimilation KENDA und das neue Setup für COSMO-DE-EPS wurden am 21. März 2017 in den operationellen Betrieb überführt.

#### **Weiterentwicklung am globalen ICON-Ensemble**

Aufbauend auf den durch die globale Ensemble-Datenassimilation (ICON-EDA) operationell erstellten 40 Analysen wurde im Mai 2016 das globale 40-Member-Kurzfrist-Ensemblevorhersagesystems ICON-EPS in den prä-operationellen Betrieb überführt. ICON-EPS stellt viermal täglich Vorhersagen mit einer Maschenweite von 40 km (20 km über Europa) bereit, um für die Luftfahrt gefährliche Wetterereignisse wie Schneefälle, Starkregen und Sturmereignisse besser vorherzusagen und eine verlässliche Einschätzung der Prognosegüte bereitzustellen. Die Überführung des ICON-EPS in den operationellen Betrieb ist für das 4. Quartal 2017 geplant.

#### **Operationalisierung ADWICE auf ICON**

Zu den Anschlussverfahren an die NWV gehört auch das Verfahren ADWICE (Advanced Diagnosis and Warning System for Aircraft Icing Environments). Es liefert eine Vorhersage und Diagnose von Flugzeugvereisung durch unterkühltes Flüssigwasser. Nachdem im Jahr 2015 ADWICE auf das globale ICON-Modell migriert und in Zusammenarbeit mit dem Nationalen Zentrum für Atmosphärenforschung (NCAR) in Boulder, USA anhand von

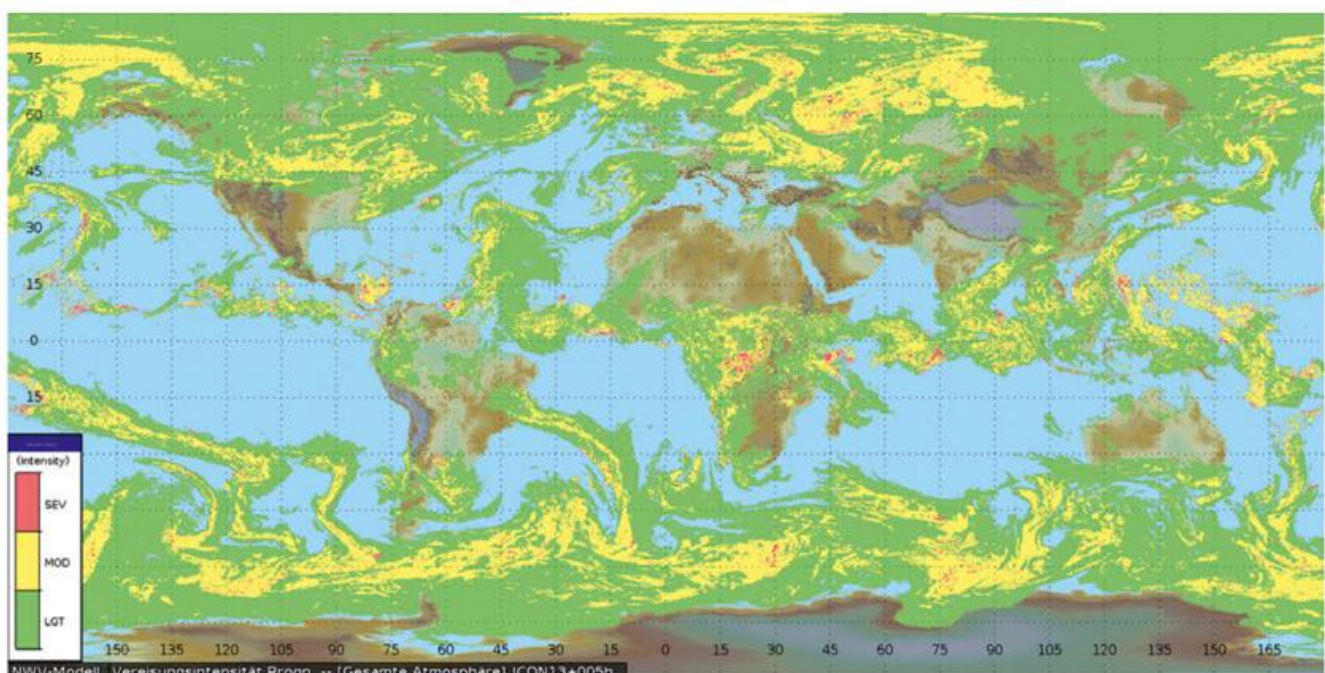
PIREPS verifiziert wurde (Trefferwahrscheinlichkeit > 80 %), konnte das globale ADWICE System im Jahr 2016 erfolgreich operationalisiert werden. Es steht den Flugwetterberatern in NinJo zur Verfügung und wird vier Mal täglich mit Vorhersagezeiten bis zu 78 Stunden aktualisiert (stündlich bis +48 Stunden, danach 3-stündlich bis +78 Stunden). Da die Qualität der ADWICE-Analysen durch die Einbeziehung von aktuellen Wetterbeobachtungen verbessert werden kann, werden globale SYNOP und METAR Daten ebenfalls in das ADWICE-Diagnose-System integriert. Die Einbindung von Satellitendaten gestaltete sich als schwierig, da die benötigten meteorologischen Parameter als globales Komposit zeitlich nicht rechtzeitig zur Verfügung stehen. Deshalb, und da ebenfalls die Anforderung nach höher aufgelösten Vereisungsvorhersagen und Diagnosen besteht, wurde ADWICE für den europäischen Luftraum zusätzlich auf das ICON-Nest Gitter mit ca. 7 km horizontaler Auflösung migriert. Hierbei werden für die

Vereisungsdiagnosen neben den oben genannten SYNOP- und METAR-Daten auch Satelliten- und Radardaten über Europa genutzt. Verifikationsergebnisse zeigen ähnlich gute Ergebnisse wie auch für die globalen Vereisungsprodukte.

Darüber hinaus wurde mit Operationalisierung des verbesserten Flüssigwassergehaltes in ICON festgestellt, dass dieser einen leicht positiven Einfluss auf die Intensitätsberechnung in ADWICE hat. Diese Ergebnisse sind allerdings mit Vorsicht zu betrachten, da Meldungen der Vereisungsintensität häufig subjektiv und von vielen nicht-meteorologischen Parametern abhängig sind, die in der Vereisungsdiagnose nicht berücksichtigt werden können.

Neben der klassischen Vereisung durch unterkühlte Wassertröpfchen, wie sie bislang ausschließlich in ADWICE berücksichtigt wird, beobachtet man seit einigen Jahren auch Vereisung durch Eiskristalle (so genanntes »Ice Crystal Icing, ICI«). Da bislang kein Vorhersage- oder Dia-

▼ Beispiel einer globalen Vereisungsvorhersage mit ADWICE auf ICON: maximale Vereisungsintensität in der gesamten Atmosphäre



gnosetool zur Erkennung vereisungsgefährdeter Gebiete durch ICI existiert, hat der DWD im Jahr 2016 damit begonnen, die verursachenden meteorologischen Prozesse zu untersuchen. Ab 2017 werden hierzu auch Fallstudien angefertigt und darauf aufbauend untersucht, inwieweit die DWD-Modellkette sowie die Verknüpfung geeigneter und zur Verfügung stehender Beobachtungsdaten dazu in der Lage sind, dieses Phänomen zu erkennen und vorherzusagen.

#### **Weiterentwicklung Projekt Radarmaßnahmen**

Mit dem Projekt »Radar-System-Erneuerung« (RadSys-E) hat der Deutsche Wetterdienst (DWD) die Radarsysteme in seinem nationalen Radarverbund erneuert. Begleitend dazu wurde das Projekt Radarmaßnahmen durchgeführt, um im Rahmen der Verfahrensentwicklung die neuen Möglichkeiten, die sich aus den verbesserten Systemeigenschaften und den nunmehr verfügbaren polarimetrischen Radarmessungen der neuen C-Band Radarsysteme ergeben, zu erschließen und für die Nutzer im DWD operationell verwendbar zu machen.

Im Rahmen des Projektes Radarmaßnahmen wurden in den Jahren 2010 bis 2015 drei Verfahren mit den durch die Nutzer hoch priorisierten Themenschwerpunkten »Verbesserung der Qualitätssicherung der Radarmessungen«, »Hydrometeorologieklassifikation auf Radarstrahlhöhe« und »Verbesserung der quantitativen Niederschlagsabschätzung auf Radarstrahlhöhe« entwickelt. Die Verfahren laufen gemeinsam in dem im Rahmen des Projektes Radarmaßnahmen entwickelten Software-Framework POLARA (»polarimetrische Radar-Algorithmen«). Der routinekritische Betrieb (24/7 mit Überwachung durch den Leitstand des DWD) der POLARA-Laufzeitumgebung wurde 2016 fortgeführt und die in NinJo visualisierten Produkte wurden durch die Nutzer im DWD fachlich evaluiert. Die Ergebnisse dieser Nutzerevaluierung

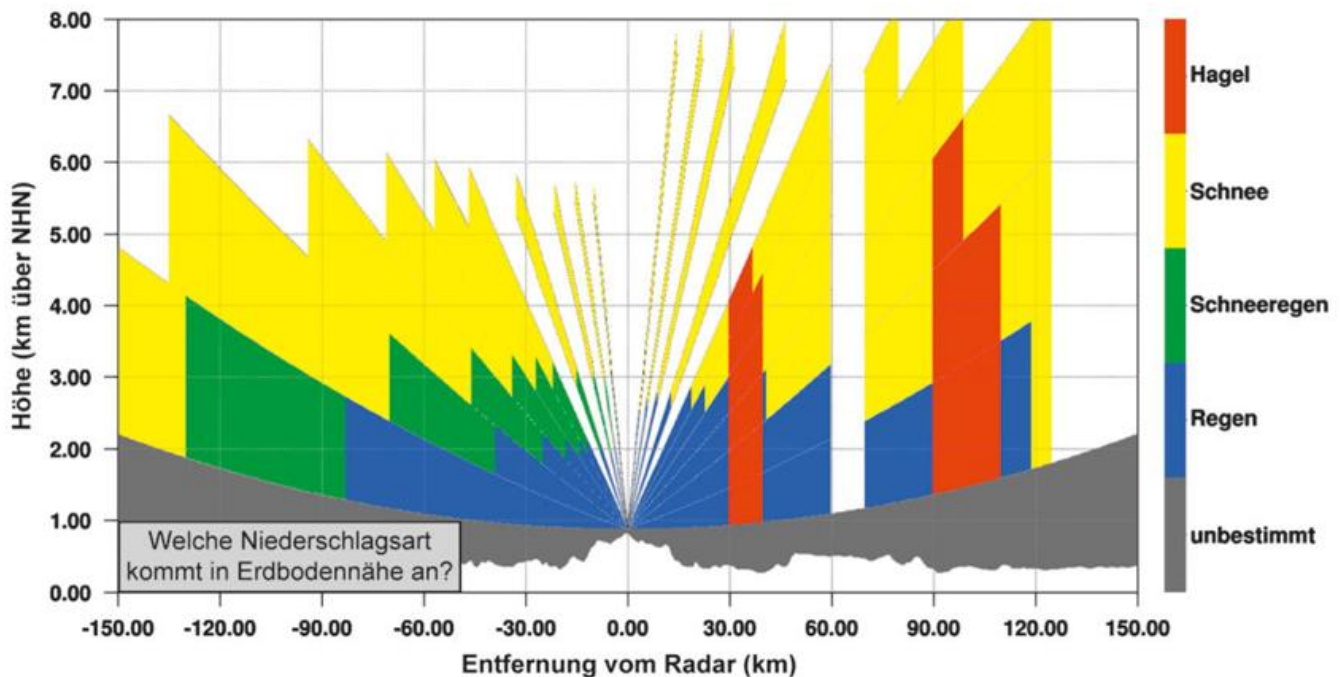
wurden in Verbindung mit den Ergebnissen der Entwicklerverifikation in ersten Optimierungen für die entwickelten Verfahren umgesetzt. Im Rahmen der Wartung und Pflege und insbesondere im Rahmen der Weiterentwicklung sind weitere Optimierungszyklen notwendig und vorgesehen.

Seit Januar 2016 wird das »Projekt Radarmaßnahmen« unter dem Namen »Weiterentwicklung Projekt Radarmaßnahmen« mit einer geplanten Dauer von zwei Jahren bis Dezember 2017 fortgeführt. Dabei ist nun die Fragestellung: »Welche Niederschlagsart und wieviel davon kommt in Erdbodennähe an?« zielsetzend. Hinsichtlich der notwendigen Extrapolation der Ergebnisse der »Hydrometeorologieklassifikation auf Radarstrahlhöhe« und der »quantitativen Niederschlagsabschätzung auf Radarstrahlhöhe« an den Erdboden wurden im Jahr 2016 notwendige Erweiterungen am Software-Framework POLARA umgesetzt. Weiterhin wurde mit der Feinplanung und Umsetzung der Verfahren, insbesondere auch hinsichtlich der Verwendung von weiteren Modell- und Beobachtungsdaten, begonnen.

Die Integration der Produkte zur »Hydrometeorologieklassifikation in Erdbodennähe« und »quantitativen Niederschlagsabschätzung in Erdbodennähe« in NinJo wurde bereits 2016 begonnen. Die Visualisierung der Produktprototypen in NinJo ist insbesondere für die Evaluierung durch die Nutzer im DWD wichtig. Zur Unterstützung werden notwendige Schulungsmodule vorbereitet. 2017 wird die Entwicklungsarbeit weitergeführt und die Nutzerevaluierung der Produktprototypen begonnen.

Die Grafik auf Seite 49 zeigt einen Vertikalschnitt durch alle Elevationen eines Radar-Volumen-Scans.

Die X-Achse repräsentiert die Entfernung vom Radarsystem und die Y-Achse repräsentiert die Höhe über dem Meeresspiegel. Im unteren Diagrammbereich (zwischen X-Achse und dunkelgrauer Fläche) ist die entsprechende Orografie entlang des Vertikalschnittes sichtbar. Farblich kodiert ist



▲ Im Rahmen des Projektes Radarmaßnahmen entwickelte »Hydrometeorklassifikation auf Radarstrahlhöhe«

die im Rahmen des Projektes Radarmaßnahmen (2010 – 2015) entwickelte »Hydrometeorklassifikation auf Radarstrahlhöhe«. In dunklem Grau ist der von keiner Radarmessung direkt erfasste Bereich zwischen niedrigster Elevation und der Orografie markiert.

#### Projekt »KONRAD«

Die Entwicklung des Verfahrens KONRAD3D zur Erkennung, Verfolgung und Vorhersage konvektiver Ereignisse wurde 2016 fortgeführt. Wesentliche Ziele der KONRAD3D-Entwicklung sind u. a.

- ▶ die Erhöhung der Vorwarnzeiten für konvektive Ereignisse,
- ▶ die Verbesserung der »Probability of Detection« und der »False Alarm Rate« für Analysen und Vorhersagen,
- ▶ eine verlässlichere Intensitätsklassifikation konvektiver Zellen,
- ▶ sowie eine verbesserte Vorhersage der Zellentwicklung (Verstärkung/Abschwächung).

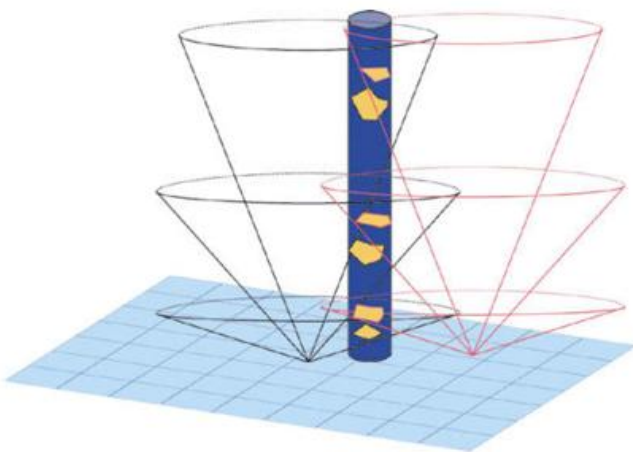
Zunächst wurde ein Detektionsschema für konvektive Zellen auf der Grundlage der dreidimensionalen Radar-Reflektivitätsdaten des DWD-Radarverbundes entwickelt (siehe Abb. auf Seite 50). Anstelle der Verwendung einer festen Reflektivitätsschwelle von 46 dBZ, wie sie vom bisher operationell verwendeten KONRAD(2D)-Verfahren bekannt ist, arbeitet KONRAD3D mit einem sogenannten adaptiven Schwellwertverfahren.

Ein solcher Ansatz ermöglicht es, in einem frühen Entwicklungsstadium mit deutlich kleineren Schwellwerten zu arbeiten und so die Zellen bereits früh zu markieren. Verstärken sich diese im Laufe ihres Lebenszyklus, so werden die Schwellwerte für jede Zelle individuell dynamisch angepasst, um auf die intensiven Bereiche zu fokussieren. Hierdurch ist es möglich, eine konvektive Zelle über den größten Teil ihres im Radar sichtbaren Lebenszyklus zu verfolgen. Für die nach diesem Schema ermittelten Objekte wurden zudem Algorithmen zur Ableitung diverser Attribute einer

dreidimensionalen Zelle wie zellbasiertes VIL, Echo-Ober- und -Untergrenzen, dreidimensionaler Schwerpunkt, Zellvolumen etc. umgesetzt. Insbesondere wird für die von dem dreidimensionalen Objekt überdeckte zweidimensionale Fläche auch ein umrandendes Polygon bestimmt. Dieses kann u. a. für Visualisierungszwecke genutzt werden.

In einem nächsten Schritt wurde ein Trackingverfahren mit Hilfe der sogenannten »Ungarischen Methode« (ein Verfahren aus dem mathematischen Teilgebiet der kombinatorischen Optimierung) implementiert und ein Verfahren zur Vorhersage der Zellposition entwickelt.

Die durch KONRAD3D ermittelten konvektiven Zellen mit ihren diversen Attributen, Tracks und Nowcasts werden in XML-Dateien abgespeichert und stehen dem AutoMETAR-Teilprojekt AutoKON zur Verfügung.



▲ Schematische Darstellung der Markierung eines dreidimensionalen Zellobjektes in einer Radarmessung durch Zusammenfassen von zweidimensionalen Objekten

Die Entwicklung wird 2017 fortgeführt. Die weiteren Arbeitsschritte bestehen u. a. in der Definition einer Intensitätsklassifikation, der Integration in NinJo, der Erweiterung der Zellattribute um Hagelinformation sowie in der Zusammenführung der KONRAD3D-Zellobjekte mit den

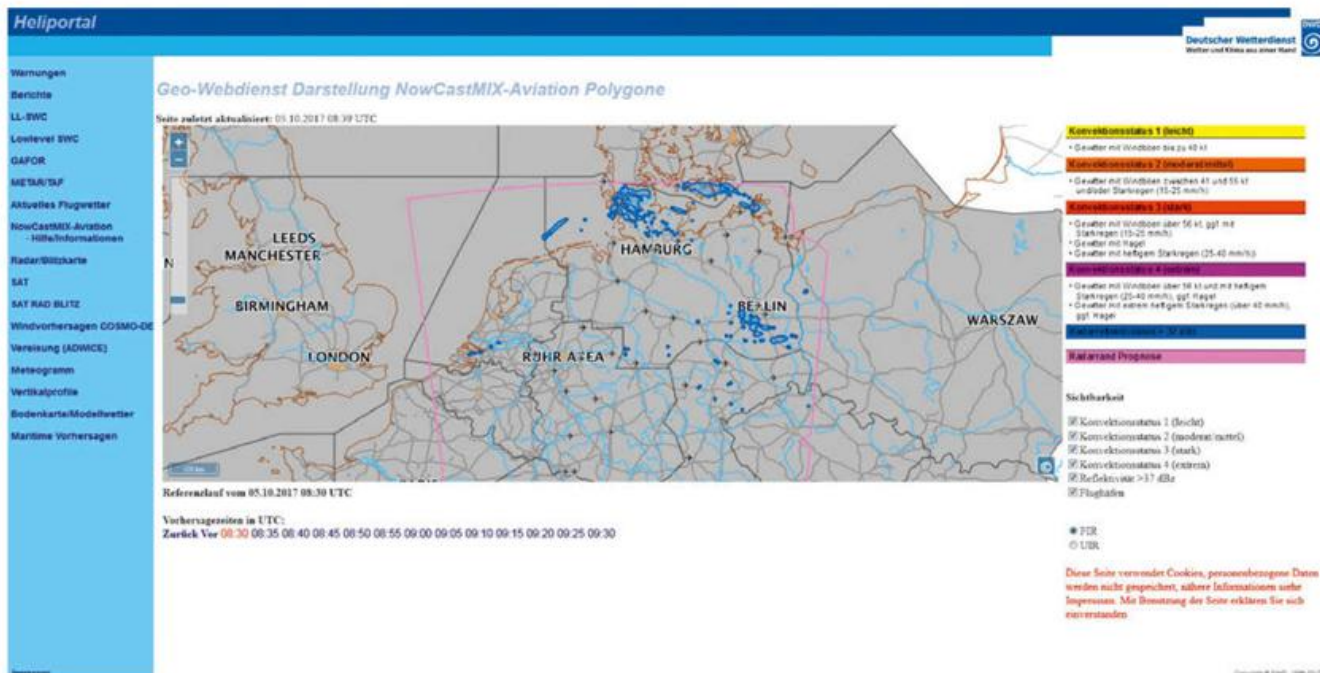
durch die DWD-Mesozyklonenerkennung bestimmten Rotationsstrukturen zu konsolidierten Zell-Objekten.

### NowCastMIX-Aviation

Im Jahr 2016 wurde das Nowcastingverfahren NowCastMIX auf das EuRadCom-Gebiet erweitert. Außerdem wurden auf Basis der Rasterfelder im GRIB-Format Gewitterpolygone abgeleitet, welche sowohl über eine Geowebdienstschnittstelle als auch als XML-Dateien an Luftfahrtkunden abgegeben werden können. Das hieraus resultierende Gesamtverfahren trägt nun den Namen NowCastMIX-Aviation (NCM-A). Seit dem 1. Juli 2016 wird das finale Produkt innerhalb eines prototypischen Geowebdienst-Clients im Meteorologischen-Airport-Briefing-Portal des DWD für die Flughäfen im Deutschlandausschnitt den Nutzern angeboten. Im Jahr 2017 ist geplant, das Produkt ebenfalls im neu aufgebauten Helikopterportal zur Verfügung zu stellen, so dass die dortigen Nutzer, wie z. B. Bundespolizei und Rettungsflyer, durch das Verfahren profitieren. Erste Kundenreaktionen bei Vorstellung des Produktes bei ausgewählten Mitgliedern dieser Kundengruppe im Rahmen einer Schulungsmaßnahme lassen auf einen hohen Bedarf schließen. Weiterhin wurde im Jahr 2016 intensiv an der Optimierung der Produktionskette gearbeitet. Ein hoher Reifegrad ist Voraussetzung, um das Verfahren im EuRadCom-Ausschnitt zu operationalisieren und den Nutzern zur Integration in deren eigene Visualisierungssysteme anbieten zu können.

### Nowcasting für das Winterwetter

Im Winter 2015/2016 und 2016/2017 haben Evaluierungen von NowCastMIX-Winterwetter (NCM-Ww) stattgefunden. Für den Winter 2016/2017 wurde hierzu eine prototypische Visualisierung der Warnpolygone als Geowebdienst implementiert, so dass



▲ Screenshot aus dem Selbstbriefingssystem »Heliportal« zu NowCastMix-Aviation

die Luftfahrtberatungszentralen einbezogen werden konnten. Die Evaluierungsergebnisse haben eine sichtbare Verbesserung der Produkte gezeigt. Eine Verbreitung des Produkts ist somit für den Winter 2017/2018 geplant. Parallel wird in engem Austausch mit den Entwicklern die weitere Verbesserung der Verfahren angestrebt.

### Statistisches Postprocessing von NWW-Daten

Das statistische Postprocessing MOSMIX für ICON und EZMW wurde in 2016 kontinuierlich weitergeführt und die Zeitreihen um das Jahr 2016 erweitert. Die ICON-Modelländerung Anfang 2017 betraf u. a. Anpassungen der bodennahen Temperatur, der Orografie und weiterer bodennaher Felder. Die Anpassungen waren notwendig, um die bodennahen Vorhersagen bis 168 h zu optimieren, denn die bodennahen Vorhersagen für Temperatur und die Modelländerungen haben weitreichende Auswirkungen auf andere Vorhersageelemente wie z. B. Nebel und Frostwarnungen. Verifikationser-

gebnisse zeigen, dass diese Modellanpassungen ohne wesentliche Störungen der Vorhersagequalität durchgeführt werden konnten.

Im Jahr 2016 wurde damit begonnen, die betreffenden MOS-Verfahren an die Erweiterung des Modellgebiets von COSMO-DE-EPS nach Westen, Süden und Norden und die Verringerung der Maschenweite von 2,8 auf 2,2 km anzupassen.

### AutoTAF

Die Flugwettervorhersage nutzt Model-Output-Statistics-Verfahren (MOS-Verfahren), insbesondere für TAF-Guidance, AutoTAF und AutoGAFOR. Die TAF-Guidance-Vorhersagen basieren auf Model Output Statistics (MOS), angewendet auf die Vorhersagedaten des ICON-Modells und des ECMWF-Modells IFS (»Integrated Forecast System«). Die MOS-Technik des DWD wird kontinuierlich weiterentwickelt. Begleitet werden diese Anpassungen durch vergleichende Verifikationen sowohl der autoTAFs als auch der TAF Guidance.

### **Verbesserung und Weiterentwicklung der TAF-Visualisierung**

Im Jahr 2016 startete die Entwicklung von zwei neuen Darstellungsebenen in unserem Visualisierungssystem NinJo: Der TAF-Guidance-Layer und der TAF-Visualisierungslayer.

Der TAF-Guidance-Layer stellt Punktvorhersagen von Wind, Sichtweite, Bedeckungsgrad und Ceiling, Wettererscheinungen, Niederschlag sowie Temperatur und Feuchte zur Verfügung. Weiterhin lassen sich die Wahrscheinlichkeiten flugrelevanter Schwellenwerte von Wetterelementen, z. B. Wolkenuntergrenze oder Sichtweite, grafisch darstellen. Die Entwicklung des TAF-Guidance-Layers wurde 2016 abgeschlossen. Eine operationelle Einführung für die Flugwetterberatung des DWD ist mit der NinJo-Version 3.0 möglich. 2017 wird mit der Entwicklung des TAF-Visualisierungs-Layers begonnen.

### **Satellitenbasierte Detektion von Vulkanasche**

Im Rahmen von LuFo TeFiS (2014 bis 2017) wird zusammen mit dem DLR das satellitenbasierte Vulkanascheprodukt zur Detektion der Vulkanasche VADUGS (Volcanic Ash Detection Using Geostationary Satellites) entwickelt (DLR) und in den operationellen Betrieb überführt (DWD). Dafür nutzt das Programm die Daten mehrerer SEVIRI-Beobachtungskanäle im Infrarotbereich (SEVIRI: »Spinning Enhanced Visible and Infra-Red Imager«, Beobachtungsmodul der aktuellen »Meteosat-Second-Generation«-Satelliten). Über Ozeanen und dünn besiedelten Gebieten stellen Satellitendaten die einzige flächendeckende Beobachtungsmöglichkeit von Vulkanasche dar.

Das Verfahren wurde im Rahmen einer WMO-Vergleichsstudie (WMO Intercomparison Workshop, Madison, WI, 29 June – 02 July 2015) validiert und mit anderen Verfahren verglichen und schnitt dabei, wie andere METEOSAT-SEVIRI-basierte Verfahren, gut ab.

Das VADUGS Verfahren basiert auf einem neuronalen Netzwerk, welches mittels Strahlungstransfer trainiert wurde. Dies ermöglicht eine genaue und zeitnahe Detektion der Vulkanasche.

### **Beteiligungen an SESAR2020-Programmen**

Die DFS beabsichtigt im SESAR 2020 Research & Innovation Programm innerhalb des Projektes PJ10.02 »Controller Tools and Team Organisation for the Provision of Separation in Air Traffic Management« die Meteorologie einzubeziehen. Die DFS leitet PJ10.02. Es soll zusammen mit dem DWD, dem KNMI und Fa. MeteoSolutions GmbH gearbeitet werden. Der DWD ist über die DFS in der Zeit von 2017 – 2019 mit meteorologischen Arbeitspaketen am Projekt beteiligt. Der Vertrag mit der DFS wurde im April 2017 unterzeichnet.

Um dem Einfluss von signifikantem Wetter gerecht zu werden, sollen Wetterinformationen des DWD in ATM Simulationen und in Controller Support Systemen berücksichtigt werden. Die Fa. MeteoSolutions wird anhand von Fallbeispielen die Wirkung von Gewittern auf den Flugbetrieb untersuchen und diese Untersuchung auf Flugtrajektorien der DFS beziehen. Außerdem werden, zusammen mit dem KNMI, Fallbeispiele zu signifikanten Windereignissen zusammengestellt.



▲ Am Flughafen München



© Marcin Kocybik  
Bogdanovac, Serbien  
Position: 42° 25' 25" N , 21° 47' 49" O  
28. 09. 2014, unbekannte Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Südost



## Altocumulus lenticularis duplicatus (pile d'assiette)

Das Bild zeigt mehrere Altocumuli lenticularis, die anhand ihrer markant hellen Struktur gut zu erkennen sind. Die in mehreren Schichten aufgebauten linsenförmigen Gebilde wirken an ihren Oberflächen ausgeprägt glatt. Einige dieser Linsenwolken liegen direkt übereinander, werden somit der Unterart duplicatus zugeordnet. Ihren französischen Namen »pile d'assiettes« verdanken sie ihrem tellerstapelartigen Aussehen. An den dünneren Rändern solcher Linsenwolken sind manchmal grüne und auch rosafarbene Irisierungsmuster erkennbar.

Als weitere vorwiegende Wolkenform ist auf dem Bild Altocumulus floccus (flockenartig) zu sehen.

### Qualitätsmanagement

Im Rahmen des Qualitätsmanagements des DWD sind zahlreiche Prozesse definiert, so auch der strategische Prozess »Flugwetterdienst«, der in das Gesamtprozesswerk des DWD eingebettet ist. Acht spezifisch ausgerichtete Leistungsprozesse fokussieren die Kundenschnittstellen und Produktionskomponenten.

Damit wird eine umfassende und optimale Ausrichtung der Wertschöpfung anhand der gesetzlich beauftragten und von Kunden angeforderten Leistungskomponenten sichergestellt. Schwerpunkt im Prozessdesign bildet die anforderungsgerechte Erzeugung und Vermittlung der meteorologischen Informationen an die Luftfahrt.

Allein vier der acht Leistungsprozesse konzentrieren sich auf die proaktive Unterstützung der Luftfahrt. Der Leistungsprozess »Flugwetterüberwachung und Warndienst« und die daraus abgeleiteten Flugwetterwarnungen bilden das Fundament und gehören zur Grundversorgung der Luftfahrt. An 16 Flugwetterwarten erfolgt dazu rund um die Uhr die Erfassung flugmeteorologisch relevanter Parameter und in fünf Luftfahrtberatungszentralen wird bei Schwellenwertüberschreitung die korrespondierende Warnung formuliert und versendet. Der Leistungsprozess »Flugwetterberatung und Vorhersagedienst« unterstützt darauf aufbauend die grundlegende Vorplanung der weltweiten Flüge durch Luftfahrtunternehmen oder auch die Personal- und Materialeinsatzplanung der Flughafenbetreiber und der Flugsicherung.

Für die konkrete Flugroutenplanung, ob Jet oder Propellermaschine, Segelflug oder Ballonfahrer, Hubschrauber oder Ultraleichtflug, steht die individuelle Flugwetterberatung an fünf Standorten rund um die Uhr zur Verfügung. Unter anderem tragen die fünf LBZ dazu bei, dass Rettungshubschrauberpiloten bestmöglich vorbereitet auch bei kritischen Wetterlagen kurzfristig darüber ent-

scheiden können, ob Örtlichkeiten mit verletzten Personen angeflogen werden können.

Die Flugvorbereitung mittels PC oder mobilen Geräten adressiert der Leistungsprozess »Automatische Systeme und Selfbriefing«. Webseiten und Apps ermöglichen allzeit einen sicheren und komfortablen Zugriff vom gewohnten Arbeitsgerät. Der Prozess »Havarie und Ausfallregelungen« beschreibt Vorsorge und Umgang mit Störungen im Flugwetterdienst. Kleinere Störungen an Arbeitsgeräten oder Software bis hin zum Ausfall kompletter Standorte werden in diesem Prozess und in den Betriebsvorschriften geregelt, um einen höchstmöglichen Grad an Verfügbarkeit in der Leistungserbringung erzielen zu können. Die Steuerung und Verwaltung der Abonnements und Datenlieferungen werden im Leistungsprozess »Kundenbetreuung und Vertrieb« abgebildet. Auf die speziellen Anforderungen der Flughafenbetreiber ist der Leistungsprozess »Verkehrsflughäfen« ausgerichtet. Fachliche Unterstützung bei der Aufklärung von Flugunfallursachen, etwa meteorologische Gutachten, regelt der Leistungsprozess »Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen«.

Prozessverantwortliche tragen Sorge dafür, dass die den Prozessen unterlegte Organisationseinheit des DWD (siehe auch Kapitel 2) zeit- und anforderungsgerecht Ressourcen für Forschung, Entwicklung, Technik und Steuerung zur Verfügung stellt. Der DWD hat seine Prozesse gezielt auf seine Kunden abgestimmt. Um die korrekte und zielgerichtete Umsetzung der Prozesse zu überprüfen, stellt sich der DWD regelmäßig den internen und externen Audits auf Grundlage der DIN EN ISO 9001.

Das entsprechende Zertifikat beweist die Kundenorientierung der flugmeteorologischen Prozesse im DWD und erfüllt gleichzeitig die Anforderun-

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



▲ *Alto cumuli mit leichten Anzeichen von Labilisierung lassen nächtliche Gewitter am Flughafen München erwarten.*

gen der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1035/2011<sup>1)</sup> hinsichtlich eines Qualitätsmanagementsystems. Im Rahmen des Qualitätsmanagements werden für die Prozesse des Flugwetterdienstes Kennzahlen erhoben. Dies dient der regelmäßigen Überprüfung der Zielerreichungsgrade und Steuerung. Innerhalb des Deutschen Wetterdienstes

werden diese Kennzahlen jeweils einer der im Qualitätsmanagementsystem definierten Zielgröße zugeordnet:

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

**Quantifizierung der Kundenziele durch Kennzahlen im Prozess Luftfahrt in %**

<b>Prozess im strategischen Prozess Luftfahrt</b>	<b>Ziel</b>	<b>Kennzahl</b>	<b>Soll-Wert</b>	<b>Ist 2015</b>	<b>Ist 2016</b>
Flugwetterüberwachung und Warnung	Qualität	Formelle Güte Wetterwarnungen: Fehlerfreie Darstellung der Warnungen/ Gesamtzahl der heraus- gegebenen Warnungen	> 95 %	100 %	100 %
Individuelle Flugwetterberatung (LBZ)	Kundenzufriedenheit	Kundenzufriedenheit	> 99 %	99,97 %	99,96 %
Flugwetterberatung und Vorhersagedienst	Qualität	Korrektheit der TAFs	> 95 %	99,1 %	99,97 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 7 Tage	> 90 %	98 %	Entfällt
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 2 Tage	> 80 %	Neu 2016	96,8 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anteil Fälle mit Bearbeitungszeit < 5 Tage	> 90 %	Neu 2016	99,2 %
Kundenbetreuung und Vertrieb	Termintreue (Supportanfragen)	Anzahl gelöster Fälle pro Monat (R <sub>30</sub> )	> 95 %	Neu 2016	100 %
Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen	Termintreue (Supportanfragen)	Mittlere Dauer in Werktagen zur Fertigstellung eines Gutachtens	≤ 20 Werktage	Neu 2016	15 Werktage
Meteorologische Beiträge für Flugunfalluntersuchungen	Termintreue (Supportanfragen)	Mittlere Dauer zur Erstellung einer Auskunft	≤ 20 Werktage	Neu 2016	6 Werktage

### Quantifizierung der Kundenziele durch Kennzahlen anderer Prozesse

Prozess	Ziel	Kennzahl	Soll-Wert	Ist 2016
Hauptamtliches Messnetz	Systemverfügbarkeit/ Qualität	Vollständigkeit der Datensätze	> 95 %	99,20 %
Dezentrale Systeme	Systemverfügbarkeit/ Qualität	Anzahl der Wartungen der Flughafenmesssysteme in Prozent	85 % <sup>1)</sup>	97,8 %
Weitverkehrsnetz (Primärnetz)	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	99,50 %	99,83 %
operatives Mailsystem	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	98,50 %	99,98 %
Bereitstellung von Informationen im Internet (www.flugwetter.de)	Hochverfügbare Kommunikation mit internen und externen Kunden	Verfügbarkeit gemittelt	98,00 %	99,91 %

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

### Verifikationsverfahren für TAF

Verifikation von Flughafenvorhersagen (TAF) werden im Rahmen des entsprechenden MET Alliance Projektes durchgeführt. Die Tabelle auf Seite 60 oben zeigt die Kriterien, die für die verschiedenen meteorologischen Parameter zugrunde gelegt werden. Mittels dieser Kriterien werden parameterbezogene Kennzahlen ermittelt. Bei Sichtweite, Ceiling und signifikantem Wetter wird für jeden Schwellenwert bzw. jedes Ereignis der Key Performance Indicator (KPI) als Mittelwert aus Pierce Skill Score (PSS) und Heidke Skill Score (HSS) berechnet und das Mittel gebildet (Wertebereich zwischen -1 und +1).

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

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

Bei den Windvorhersagen wird überprüft, ob die zulässigen Abweichungen eingehalten wurden und

### 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 $\pm 50$ Grad bei Windgeschwindigkeit $\geq 10$ Knoten	
Windgeschwindigkeit (Böen)	zulässige Geschwindigkeitsabweichung $\pm 10$ Knoten	

die Trefferquote wird ermittelt. Der Sollwert liegt hier bei 0,80 (gemäß ICAO Annex 3 ATT-B), der Zielwert bei 0,90.

Die in der Tabelle unten dargestellten KPI-Mittelwerte über alle 16 internationalen Verkehrsflughäfen Deutschlands zeigen, dass die Sollwerte der Flughafenvorhersage bei nahezu allen Parametern erreicht wurden, bei den meisten Parametern auch die Zielwerte. Der Vergleich zum Vorjahr zeigt vor allem für Signifikantes Wetter eine Verbesserung, eine Verschlechterung ist lediglich bei der Windrichtung im Winter vorhanden. Bei den übrigen Parametern sind keine markanten Unterschiede zu erkennen.

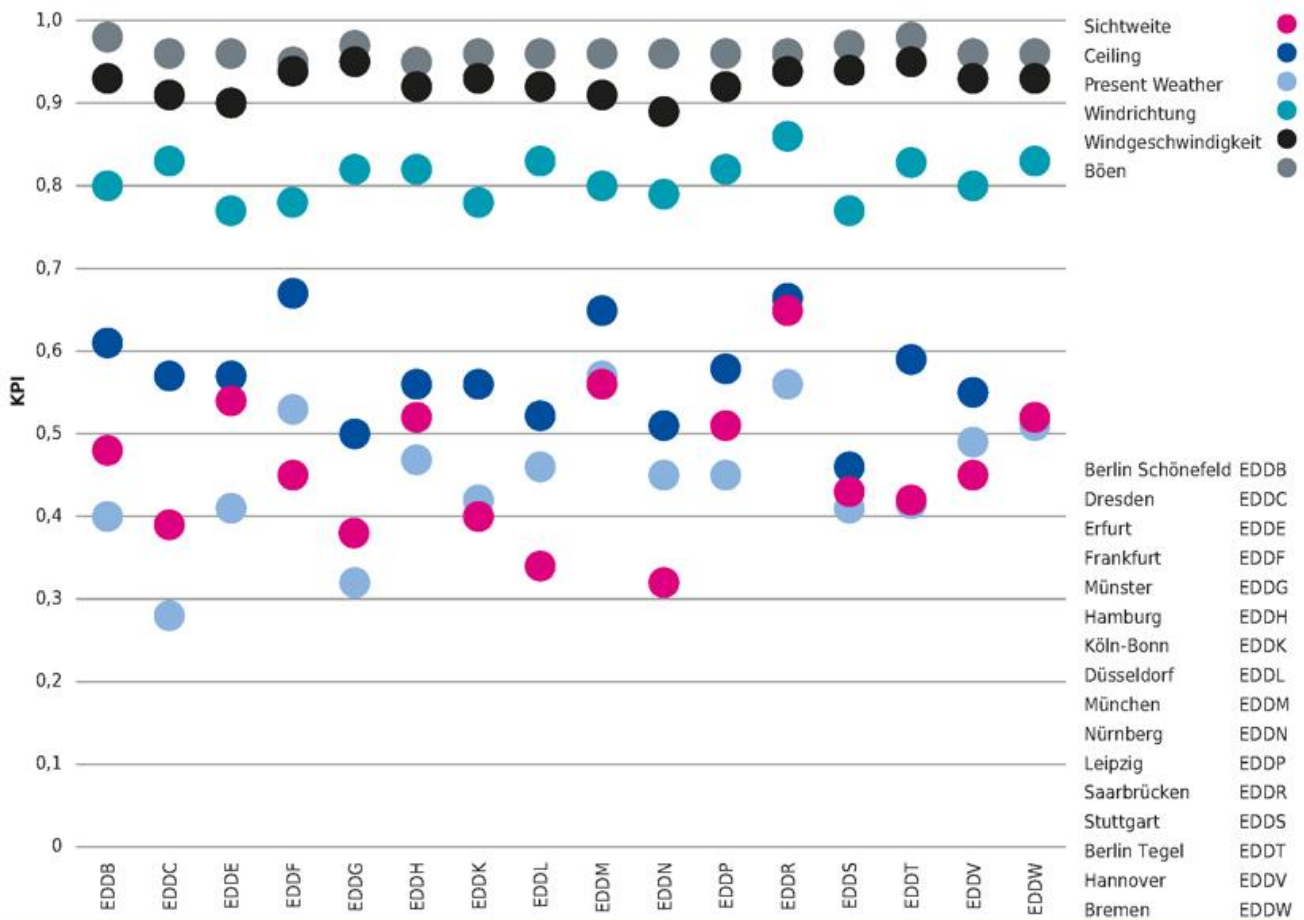
Schaut man sich die KPI-Werte der einzelnen Flughäfen an, z. B. aus dem Winter 2016/2017 (Abbildung Seite 61), erkennt man die Schwankungsbreite der Vorhersagegüte für die einzelnen Flughäfen und Parameter. Für alle Parameter und Flughäfen wird aber eine ausreichende oder gute Vorhersagequalität erzielt.

Die Detailanalyse zeigt, dass in Berlin und Leipzig Schneefall nur relativ selten auftrat und in der Vorhersage schlecht erfasst wurde. In Leipzig trat gefrierender Nebel nur selten auf, hier konnte keine ausreichende Vorhersageleistung erzielt werden. Die Ergebnisse für die Wolkenuntergrenze sind

### KPI-Mittelwerte der 16 deutschen internationalen Verkehrsflughäfen

Parameter	KPI Sommer 2016 (Sommer 2015)	KPI Winter 2016/17 (Winter 2015/16)
Sichtweite	<b>0,38</b> (0,36)	<b>0,46</b> (0,46)
Ceiling	<b>0,48</b> (0,48)	<b>0,57</b> (0,53)
Signifikantes Wetter	<b>0,50</b> (0,46)	<b>0,45</b> (0,40)
Windrichtung	<b>0,77</b> (0,77)	<b>0,81</b> (0,85)
Windgeschwindigkeit	<b>0,91</b> (0,90)	<b>0,92</b> (0,92)
Böen	<b>0,93</b> (0,92)	<b>0,96</b> (0,96)

TAF Key Performance Indicators für Vorhersagezeit 0 - 10h (Okt. 2016 - Mrz. 2017)



verbreitet gut und liegen im internationalen Vergleich im mittleren und oberen Bereich. Bei der Sichtweite wurden an vielen Flughäfen sehr gute Ergebnisse erzielt.

Auch an Plätzen mit sehr seltenen Sichtrückgängen unter 3.000 m, wie z. B. Köln-Bonn und Düsseldorf, konnte die Mindestanforderung übertroffen werden. Die stetige Verifikation der Vorhersageergebnisse bietet uns die Grundlage gezielter Adressierung der beobachteten Auffälligkeiten und einer dezidierten Fort- und Weiterbildung in der Flugwetterberatung.



© Javier Ceberio García  
Peñalara-Gipfel, nördl. Spanien  
Position: 40° 50' 59" N , 3° 57' 17" W  
06. 12. 2007, 17:54 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Nordwest



## Stratus

Vom Tal aus betrachtet erscheinen Stratuswolken zumeist eher formlos mit einem einheitlichen Grauton und einer glatten Unterseite. Von oben betrachtet sind diese Wolken viel heller, ihre Oberflächen sind eher nicht gleichförmig, oft sogar wellenförmig.

Dieses Bild wurde vom Gipfelplateau des Peñalara auf 2 428 m (7 966 ft) Höhe aufgenommen. Das Bergmassiv liegt in der Sierra de Guadarrama nördlich von Madrid. Beim genaueren Hinsehen fällt die Welligkeit der Wolkendecke auf, deren Bewegung bei längerer Betrachtung erkennbar wird. Die Wolkendicke wird auf 1 200 ft geschätzt.

Die Systematik der Aufstellung für die Ermittlung der Kosten zur meteorologischen Sicherung der Luftfahrt basiert auf einer Vollkostenrechnung für den gesamten DWD unter Berücksichtigung der nationalen und internationalen Vorgaben (SES II-Verordnungen) und Rahmenbedingungen.

Das zugrunde gelegte Verfahren der Kostenaufstellung findet hierbei für die Erfassung/Ermittlung der Ist- und Plan-Kosten des Flugwetterdienstes (FWD) Anwendung. Eine Aufstellung der gesamten FWD-Kosten sowie eine Untergliederung nach Kostenarten, IFR und VFR sowie der Anteile An-/Abflug und Strecke befinden sich in der Tabelle »Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD – Aufstellung der FWD-Kosten Ist und Plan für die Jahre 2015 und 2016 nach An-/Abflug und Strecke« auf Seite 65.

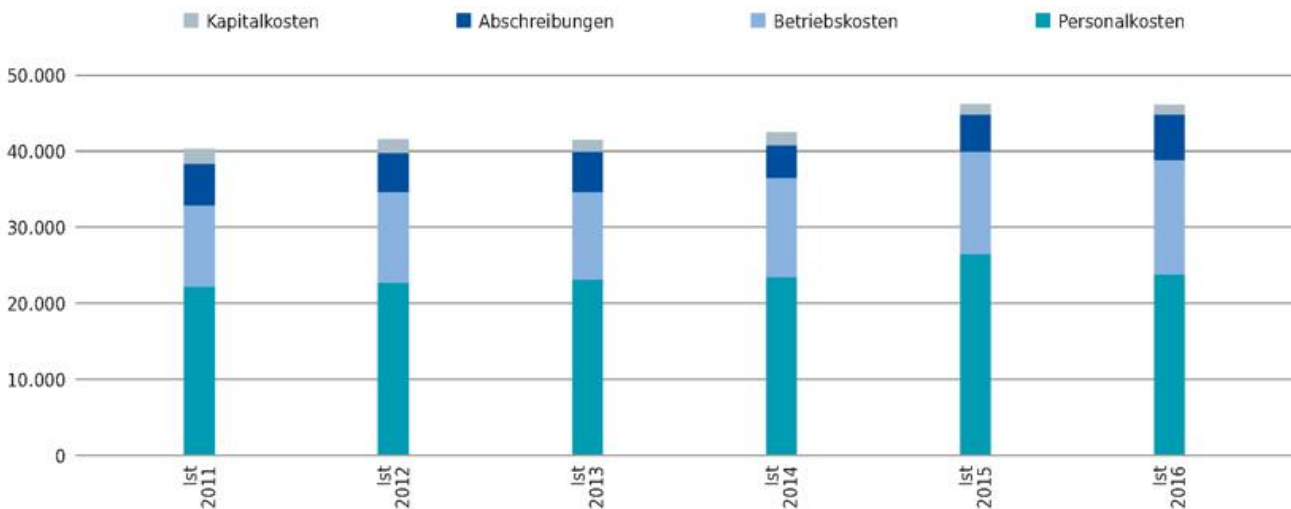
Die Tabelle unten (»Kennzahlenauswertungen zu Direct und Core Costs«) zeigt die absoluten und relativen Angaben zu den Direct und Core Costs des DWD und dem Bereich IFR (An-/Abflug und Strecke) des FWD für die Jahre 2015 und 2016 auf, wobei für das Jahr 2016 Plan- und Ist-Kennzahlen gegenübergestellt werden. Im Jahr 2016 betragen die Gesamtkosten für den DWD 317.685 Tsd. EUR, wovon 27 % den Direct und 73 % den Core Costs zugerechnet werden können. Der Anteil der Direct Costs an den Gesamtkosten DWD ist hierbei für das Abrechnungsjahr 2016 zum Vorjahr Ist 2015 leicht gesunken. Für den IFR-Anteil der FWD-Kosten werden in der Tabelle jeweils der FWD-Anteil der Direct und Core Costs an den DWD Direct und Core Costs ausgewiesen. Der Anteil der Direct Costs ist im Jahr 2016 aufgrund des Rückgangs der direkten flugmeteorologischen Leistungen auf 15,1 % ebenfalls leicht gesunken.

### Kennzahlenauswertungen zu Direct und Core Costs

	Ist 2015		Plan 2016		Ist 2016	
	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil	Tsd. EUR	Anteil
<b>Direct Costs und Core Costs des Deutschen Wetterdienstes mit Anteilen der Direct und Core Costs des DWD an den Gesamtkosten des DWD</b>						
Direct Costs	88.275	28 %	84.834	27 %	87.164	27 %
Core Costs	228.162	72 %	234.181	73 %	230.521	73 %
<b>Summe: Gesamtkosten DWD</b>	<b>316.437</b>	<b>100 %</b>	<b>319.015</b>	<b>100 %</b>	<b>317.685</b>	<b>100 %</b>
<b>Direct Costs und Core Costs für FWD-IFR mit Anteilen der Direct und Core Costs IFR an den Direct und Core Costs des DWD</b>						
<b>Direct Costs</b>	13.835	15,7 %	12.469	14,7 %	13.185	15,1 %
<b>Core Costs</b>	32.347	14,2 %	32.934	14,1 %	32.966	14,3 %
(aus Leistungsbewertung Daten/Produkte)	(9.724)				(9.033)	
(aus Verrechnung anderer Vorleistungen)	(22.623)				(23.933)	
<b>Summe: Gesamtkosten IFR</b>	<b>46.182</b>	<b>14,6 %</b>	<b>45.403</b>	<b>14,2 %</b>	<b>46.151</b>	<b>14,5 %</b>

<b>Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD - Aufstellung der FWD-Kosten Ist und Plan für die Jahre 2015 und 2016 nach An-/Abflug und Strecke</b>			
Alle Kostenangaben in Tsd. EUR	<b>2015 Ist</b>	<b>2016 Plan</b>	<b>2016 Ist</b>
<b>Personalkosten,</b>	<b>26.396</b>	<b>25.067</b>	<b>23.672</b>
davon			
An-/Abflug	5.685	5.237	5.090
Strecke	20.712	19.830	18.582
<b>Betriebskosten,</b>	<b>13.485</b>	<b>13.434</b>	<b>15.097</b>
davon			
An-/Abflug	2.904	2.807	3.246
Strecke	10.581	10.627	11.851
<b>Abschreibungen,</b>	<b>4.902</b>	<b>5.571</b>	<b>6.020</b>
davon			
An-/Abflug	1.056	1.164	1.295
Strecke	3.847	4.407	4.726
<b>Kapitalkosten,</b>	<b>1.398</b>	<b>1.330</b>	<b>1.361</b>
davon			
An-/Abflug	301	278	293
Strecke	1.097	1.052	1.068
<b>Summe FWD-IFR-Kosten,</b>	<b>46.182</b>	<b>45.403</b>	<b>46.151</b>
davon			
IFR An-, Abflug	9.946	9.486	9.924
IFR Strecke	36.236	35.917	36.227
<b>FWD-VFR-Kosten</b>	<b>4.961</b>	<b>4.877</b>	<b>4.958</b>
<b>FWD-Kosten gesamt</b>	<b>51.143</b>	<b>50.280</b>	<b>51.109</b>
Anteil IFR an FWD	90,3 %	90,3 %	90,3 %
Anteil VFR an FWD	9,7 %	9,7 %	9,7 %
Anteil An-, Abflug an IFR	21,5 %	20,9 %	21,5 %
Anteil Strecke an IFR	78,5 %	79,1 %	78,5 %
<b>DWD-Kosten gesamt</b>	<b>316.437</b>	<b>319.015</b>	<b>317.685</b>
Anteil FWD an DWD gesamt	16,2 %	15,8 %	16,1 %
Anteil FWD-IFR an DWD gesamt	14,6 %	14,2 %	14,5 %
Anteil FWD-VFR an DWD gesamt	1,6 %	1,5 %	1,6 %

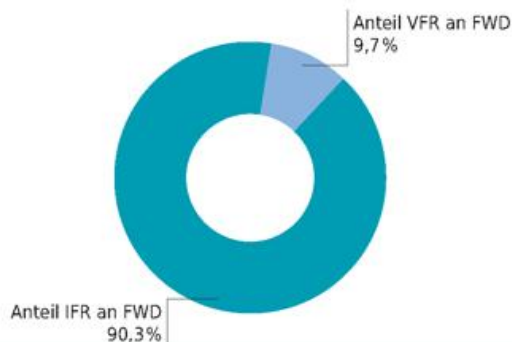
### Entwicklung der FWD-Ist-Kosten für den Bereich IFR von 2011 bis 2016 in Tsd. EUR



In der Abbildung oben sieht man die Entwicklung der FWD IFR Ist-Kosten unterteilt in die entsprechenden Kostenarten über einen Zeitraum von sechs Jahren, der bis 2016 auch das zweite Jahr der aktuellen Referenzperiode 2 beinhaltet. Hier zeigt sich eine Kostensenkung im Bereich der Personalkosten von 2015 zu aktuell 2016, die im Wesentlichen auf die geringeren Kosten bei der Zuführung zu den Pensionsrückstellungen zurückzuführen ist. Der Gesetzgeber hat hier mit

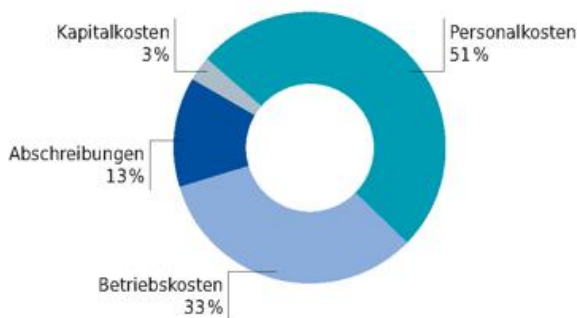
der Novellierung des §253 HGB zur Zugangs- und Folgebewertung für Rückstellungen von Altersvorsorgeverpflichtungen zugelassen, den Abzinsungszinssatz durch den Ansatz eines 10-Jahresdurchschnittzinssatzes erhöht anzusetzen. Damit werden die Kosten der Zuführung zu den Pensionsrückstellungen reduziert. Bei der Kostenkategorie der Betriebskosten hingegen, welche auch die internationalen Beitragszahlungen beinhalten, kam es 2016 gegenüber dem Vorjahr zu deutlichen Kostensteigerungen bei den Beitragszahlungen EUMETSAT um ca. 13 Mio. Euro für den DWD und somit anteilig auch für den FWD (IFR) um ca. 1,6 Mio. Euro.

### Verteilung der FWD-Kosten auf IFR und VFR

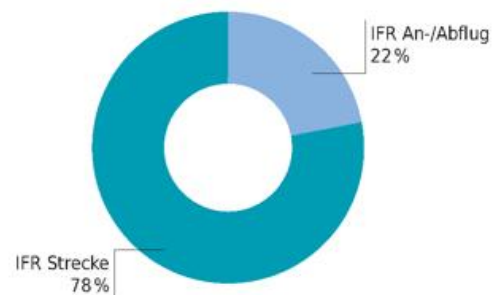


Für die Übersicht der »Kennzahlen auf einen Blick« (Umschlagseite) sind wesentliche Kostenpositionen und Kennzahlen für den gesamten DWD und für den FWD für das Jahr 2016 und, zum Vergleich, dem Vorjahr 2015 dargestellt. Hierbei werden auch Jahresabschlusskennzahlen aufgeführt, die aus der Aufstellung des Vermögens und der Schulden sowie aus der Gewinn- und Verlustrech-

Verteilung der Ist-Kosten FWD-IFR auf Kostenarten



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

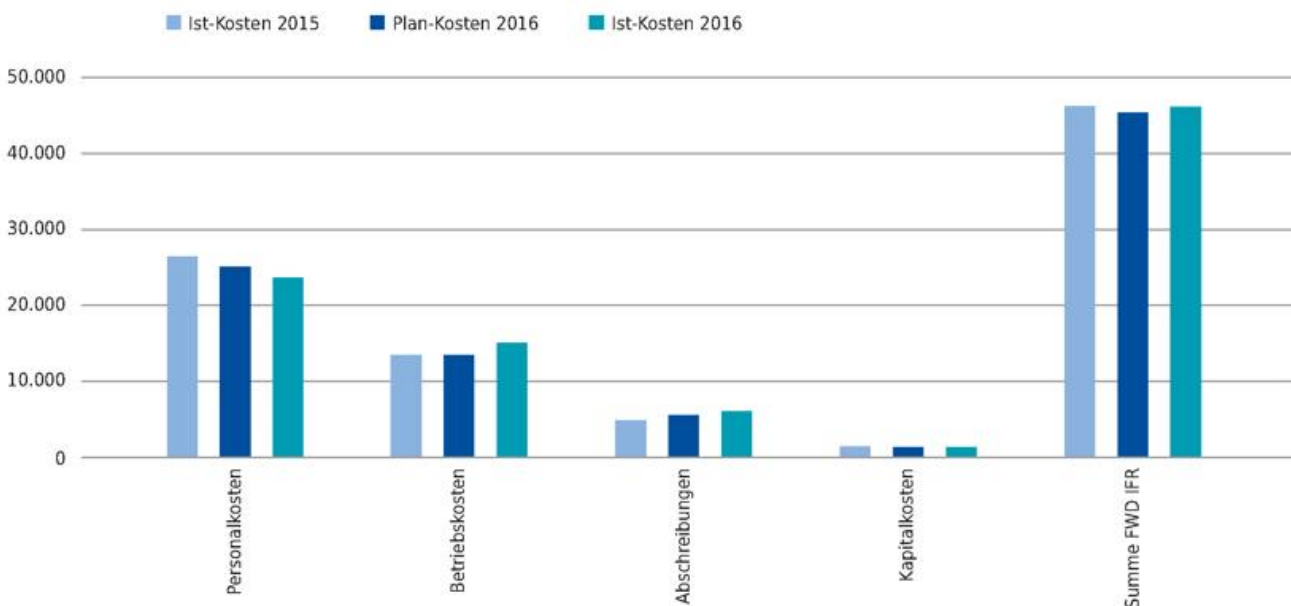


nung des DWD zusammengestellt wurden. Weitere Kennzahlen für den gesamten Bereich des DWD lassen sich auch aus dem Jahresbericht DWD 2016 (<http://www.dwd.de/jahresbericht>) entnehmen.

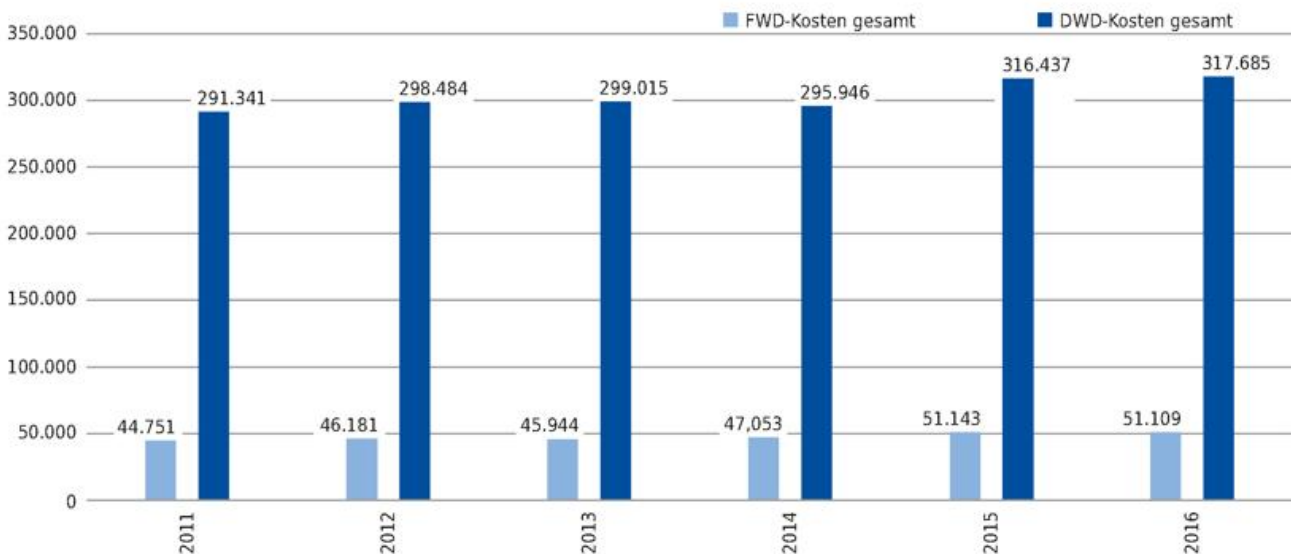
Die Tabelle auf Seite 65 zeigt die Ist-Kosten der Jahre 2015 und 2016 sowie den Plankostenansatz aus der Kostenanmeldung zur Referenzperiode 2 für 2016 im Vergleich auf.

Für das Jahr 2016 wurden für den FWD Ist-Kosten in Höhe von 51.109 Tsd. EUR ermittelt. Als Basis für die Ermittlung der IFR-/VFR-Anteile am Leistungsspektrum der flugmeteorologischen Sicherung der Luftfahrt durch den DWD dienen die erfassten Personalaktivitätsdaten. Im Geschäftsjahr 2013 wurde die Kostenbemessungsgrundlage für Flugsicherungsgebühren vom DWD neu be-

Vergleich der IFR-Plan- und Ist-Kosten für die Jahre 2015 bis 2016 in Tsd. EUR



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



rechnet und an das BMVI berichtet. Diese Basis dient auch für die Anmeldung zur Referenzperiode 2 im gleichen Jahr und somit auch gleichbleibend für das Berichtsjahr 2016, sodass die Verteilung der IFR-/VFR-Anteile weiterhin zu 90,3 % bzw. 9,7 % verteilt werden.

Die Verteilung der IFR-Ist-Kosten auf die einzelnen Kostenarten entnehmen Sie bitte der Abbildung auf Seite 67 oben links.

Eine weitere Aufteilung der FWD-IFR-Kosten in die Bereiche An-/Abflug und Strecke zeigt, dass sich die Inanspruchnahme der genutzten Kostenträgerleistungen auch im zweiten Jahr der Referenzperiode 2 stabil entwickelt hat und somit für das Abrechnungsjahr 2016 eine Verteilung auf An-/Abflug mit 22 % und auf Strecke mit 78 % erfolgte (vgl. Abbildung Seite 67 oben rechts).

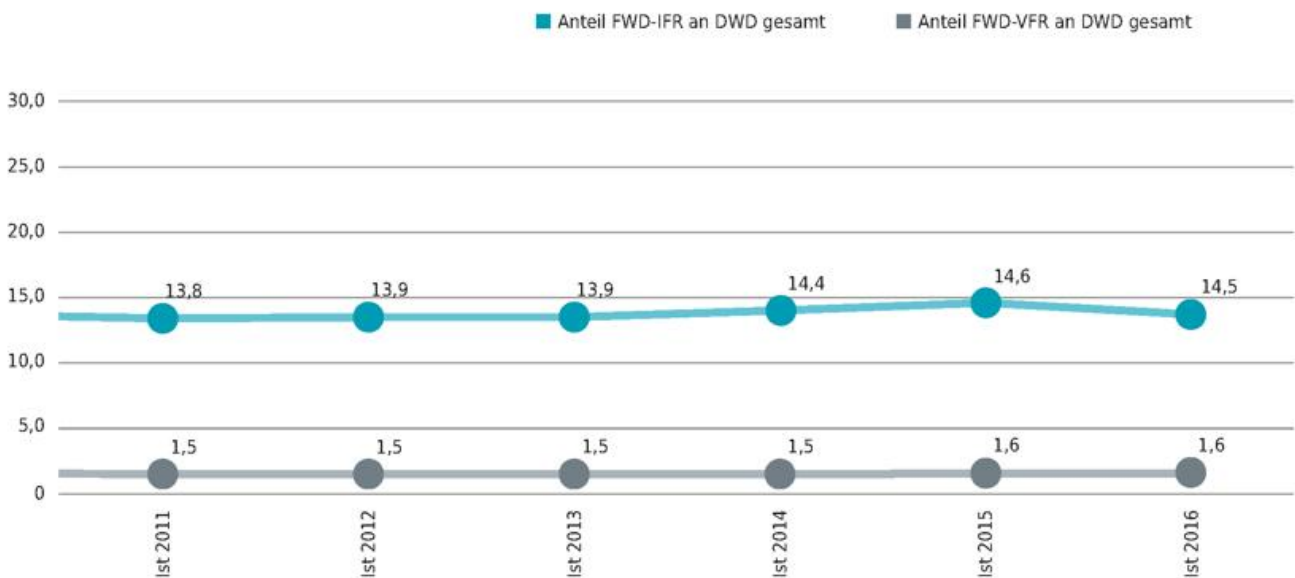
Der Vergleich zwischen Plan- und Ist-Kosten (Abbildung Seite 67 unten) für das Berichtsjahr 2016 zeigt, dass sich einige Parameter zur Kostenentwicklungsplanung anders entwickelt haben als zu-

nächst angenommen. So sind 2016 die Personalkosten gegenüber dem Planungsansatz um ca. 1,4 Mio. EUR gesunken, bedingt einerseits durch die Anpassung des Zinssatzes zur Berechnung der Pensionsrückstellungen, andererseits auch durch die Verschiebung der Fort- und Weiterbildungskosten sowie der Reisekosten aus der Kategorie der Personalkosten in die Kategorie der Betriebskosten.

Im Bereich der Betriebskosten hingegen sind die Ist-Kosten um ca. 1,7 Mio. EUR angestiegen, einerseits durch die Verschiebung der Fort- und Weiterbildungskosten sowie der Reisekosten in dieser Kostenkategorie, andererseits durch die zu niedrig geplanten Infrastrukturkosten speziell im Bereich der Liegenschaftskosten im Rahmen der Kostenanmeldung zur Referenzperiode 2.

Im Bereich der Abschreibungen sind im Rahmen der Umsetzung von LLWAS an den Flughäfen München und Frankfurt, der durchgeführten erfolgreichen Tests des Dauerbetriebes im Dezember 2015 und den damit verbundenen Anlagenaktivierungen

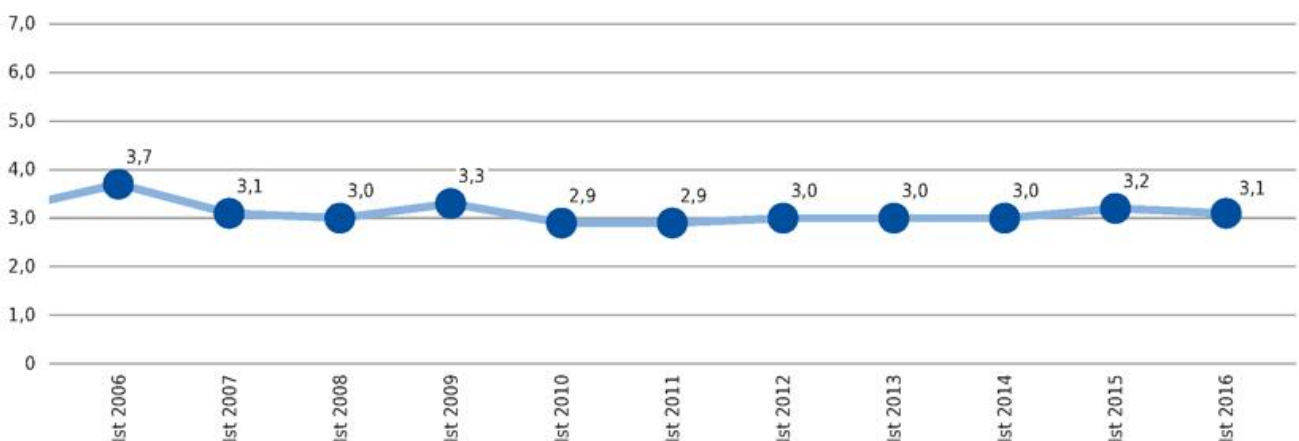
#### Entwicklung der IFR- und VFR-Kostenanteile an den DWD-Gesamtkosten in %



diese als Kosten voll in die Kostenabrechnung FWD 2016 mit eingeflossen. Auch im Bereich der operationellen Vulkanaschevorhersage sind Anlagenaktivierungen vorgenommen worden, welche ebenfalls zu Kostensteigerungen gegenüber den

Planansätzen der Referenzperiode 2 führten. Insgesamt entstand im Bereich der Abschreibungen eine Kostensteigerung für den FWD IFR Bereich im Jahr 2016 gegenüber Planansatz von ca. 450 Tsd. EUR.

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



Die Kapitalkosten des DWD sind 2016 durch die oben bereits genannten Anlagenaktivierungen und der damit verbundenen Verzinsung des gebundenen Kapitals dementsprechend anteilig für den FWD IFR Bereich um ca. 31 Tsd. EUR leicht angestiegen.

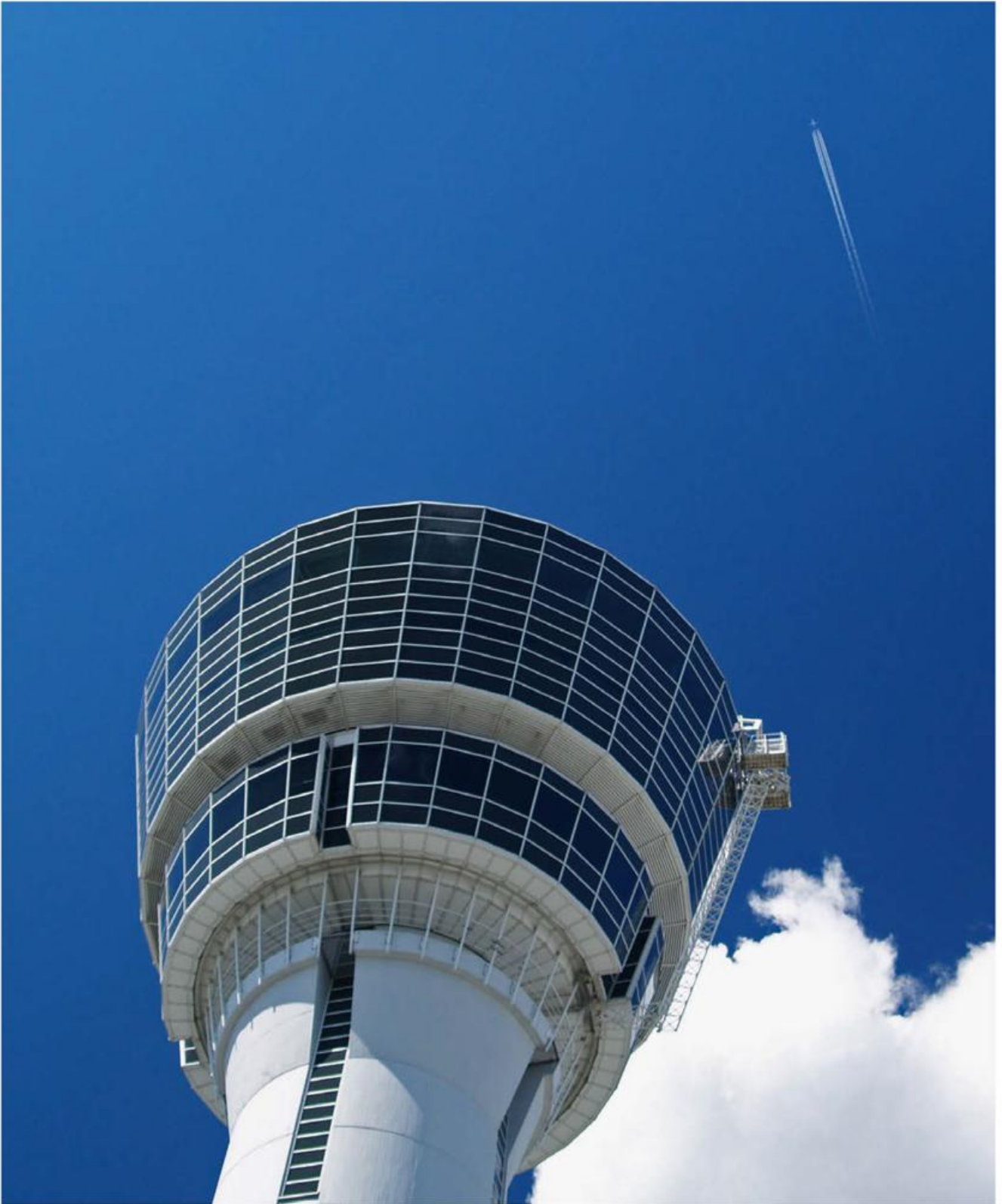
Zusammenfassend ist festzustellen, dass die FWD IFR Ist Kosten im Jahr 2016 gegenüber dem Planungsansatz, der noch aus der Anmeldung zur Referenzperiode 2 bestand, eine moderate Kostensteigerung von ca. 750 Tsd. EUR aufweisen.

Eine weitere Darstellung zur Kostenentwicklung Gesamt-DWD und FWD der vergangenen Jahre 2011 bis 2016 finden Sie in der Abbildung auf Seite 68 oben. Hier zeigt sich, dass trotz steigender Gesamtkosten DWD im Jahr 2016, die anteiligen FWD-Kosten leicht gesunken sind.

In der Abbildung auf Seite 69 oben wird zudem die Entwicklung der IFR- und VFR-Anteile an den Gesamtkosten des DWD für die Abrechnungsjahre ab dem Jahr 2011 aufgezeigt. Hier entwickelte sich bis zum Jahr 2013 ein etwa gleichbleibendes Verhältnis der gestiegenen DWD-Gesamtkosten zu den anrechnungsfähigen IFR-Kosten. Erst ab dem Jahr 2014 und 2015 zeigt sich wieder ein leichter Anstieg und ebenso auch für die Gesamtkosten DWD im Berichtsjahr 2016, wobei die Relation zu den FWD IFR Kosten hingegen wieder leicht rückläufig ist.

Die Höhe der einzelnen Kosten für das Berichtsjahr 2016 und damit des zweiten Jahres in der Referenzperiode 2 kann der Tabelle »Der Flugwetterdienst im Rechnungswesen des DWD – Aufstellung der FWD-Kosten Ist und Plan für die Jahre 2015 und 2016 nach An-/Abflug und Strecke« auf Seite 65 entnommen werden, die alle relevanten Kostenparameter auch des Vorjahres 2015 und des Planansatzes 2016 zusammenfassend darstellt.

Auf der Grundlage der erfassten IST-Kosten ist für die Entwicklung der Streckengebühren (Service Unit Costs) in den Jahren 2006 – 2016 über einen Zeitraum von nunmehr 10 Jahren eine relativ gleichbleibende Entwicklung der Stückkosten, die beide IFR Bereiche von An-/Abflug und Strecke beinhalten (vgl. Abbildung Seite 69 unten) zu verzeichnen, so auch wieder für das Berichtsjahr 2016 nach einem leichten Anstieg im Vorjahr 2015.





© Eric Van Lochem  
Saint John, New Brunswick, Kanada  
Position: 45° 16' 24" N , 66° 3' 48" W  
06. 01. 2015, 07:30 h Ortszeit  
Kamerablickrichtung: Süd



# Arktischer Seerauch

Eine sehr kalte arktische Luftmasse schiebt sich hier mit Bodentemperaturen von etwa  $-20\text{ °C}$  über die nicht zugefrorene Bay of Fundy zwischen Neubraunschweig und Neuschottland (Kanada). Das Meerwasser ist relativ warm, sodass zwischen der 2 m-Lufttemperatur und der Meeresoberflächentemperatur ein Unterschied von ca.  $30\text{ °C}$  besteht. Dadurch bildet sich Dampfnebel bzw. arktischer Seerauch, der unter leichtem Nordwestwind davondriftet. Im Hintergrund des Bildes, dem Lee der Bucht, sind Cumuluswolken zu erkennen, aus denen es über Neuschottland schneit.

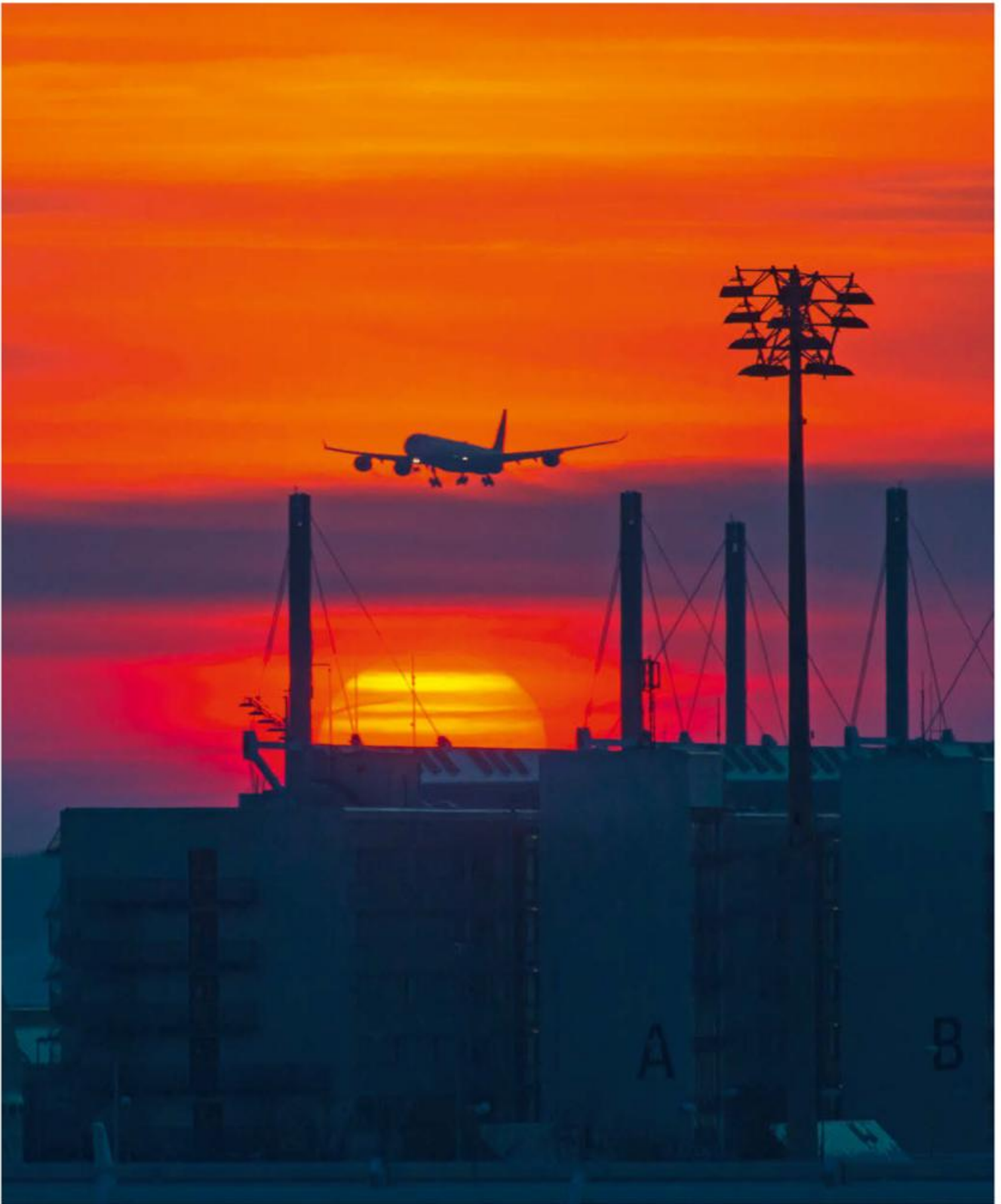
Auf den vorangegangenen Seiten haben Sie von unseren Aktivitäten im Jahr 2016 gelesen, mit denen wir das deutsche Luftverkehrssystem direkt und indirekt als nationaler Flugwetterdienst unterstützen. Im Jahr 2017 werden wir unsere Aktivitäten und Projekte fortführen. So werden wir die Gewittervorhersagen für Gewitter in unserem neuen Heliportal verfügbar machen. Und für Gewitter außerhalb der Regionen mit Niederschlagsradarinformationen wird der DWD ein Verfahren zur Ableitung von Gewitterinformationen aus Satellitendaten entwickeln. Ebenfalls planen wir, in enger Zusammenarbeit mit den Flughäfen, unsere Spezialvorhersagen für die verschiedenen Nutzer auszubauen und weiter zu standardisieren. Nach intensiven Tests wird im Winter 2017/18 das Verfahren NowCastMIX-Winterwetter die Flughäfen darüber informieren, ob in der nächsten Stunde mit flüssigem oder festem Niederschlag zu rechnen ist.

2017 wird die ICAO die neue Änderung des ICAO »Annex 3 – Meteorological Service for Aviation« vorstellen, die im November 2018 in Kraft treten wird. Diese wird voraussichtlich Vorgaben für die Bereitstellung von Weltraumwetterinformationen enthalten, um die Luftfahrt im Falle von Sonnenstürmen und anderen Weltraumwetterereignissen, die Einfluss auf die Elektronik an Bord oder die Kommunikationssysteme haben können, zu warnen. Der DWD wird diese Informationen mit der gewohnten Zuverlässigkeit an die Luftfahrtkunden weiterleiten.

Ein anderes ICAO-Ereignis wird den DWD 2017 intensiv beschäftigen: Die ICAO wird Deutschland im Rahmen ihres »Universal Safety Oversight and Audit Programme« auditieren. Der DWD wird hierbei das BMVI für den Bereich Flugwetterdienst unterstützen und begleiten.

Darüber hinaus unterstützen die DWD-Experten aktiv die Arbeit der ICAO: In den Arbeitsgruppen des ICAO MET Panel werden die meteorologischen Dienste für alle Nutzer und Beteiligten des Luftverkehrs gemäß der Zielvorgaben zu Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Effizienz weiterentwickelt.

Auf europäischer Ebene wird sich der Wetterdienst auch 2017 für die Entwicklungen im Zusammenhang mit SESAR einsetzen, sowohl bei der Einführung erfolgreich getesteter Verfahren zur Bereitstellung von Wetterinformationen für den Single European Sky als auch bei deren Weiterentwicklung durch die Bereitstellung meteorologischer Informationen für das so genannte systemweite Informationsmanagement SWIM. Über die Fortschritte, die wir in diesen und anderen Vorhaben erreichen werden, werden wir wie gewohnt im Jahresbericht Flugwetterdienst 2017 informieren.



# Abkürzungsverzeichnis

<b>ADWICE</b>	Advanced Diagnosis and Warnung system for Aircraft Icing	<b>D-A-CH</b>	Deutschland, Österreich, Schweiz
<b>AIREP</b>	(automatischer) Aircraft Report	<b>DFS</b>	Deutsche Flugsicherung
<b>AIRMET</b>	Flugwetterwarnung für den unteren Luftraum	<b>DIN ISO/IEC EN</b>	Deutsche Industrie Norm e.V., Internationale Organisation für Normung der Internationalen elektrotechnischen Kommission
<b>AIS</b>	Aeronautical information service (Flugberatungsdienst)	<b>DIN EN</b>	Deutsche Industrie Norm e.V., Europäische Norm
<b>ANS</b>	Air Navigation Services (Flugsicherungsdienste)	<b>DLR</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
<b>ANSP</b>	Air Navigation Service Provider (Flugsicherungsorganisation)	<b>DMI</b>	Dänischer Wetterdienst
<b>ASDUV</b>	Automatisches System zur Datenerfassung und -verbreitung an Verkehrsflughäfen (DWD)	<b>DVO</b>	Durchführungsverordnung , hier in der EU-Gesetzesgebung
<b>ATC</b>	Air Traffic Control Services (Flugverkehrskontrolldienst)	<b>DWD</b>	Deutscher Wetterdienst
<b>ATM</b>	Air Traffic Management (Flugverkehrsmanagement)	<b>EANPG</b>	European Air Navigation Planning Group
<b>ATS</b>	Air Traffic Services (Flugverkehrsdienst)	<b>EASA</b>	European Aviation Safety Agency
<b>AutoMETAR</b>	DWD-Projekt zur Automatisierung der Flughafenwettermeldungen	<b>EATMN</b>	European Air Traffic Management Network
<b>AutoTAF</b>	Projekt zur automatisierten TAF-Generierung	<b>EC</b>	European Commission
<b>AVIMET</b>	Aviation Meteorology der ICWED	<b>ECMWF</b>	European Centre for Medium-range Weather Forecasts (siehe EZMW)
<b>BAF</b>	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung	<b>EDP</b>	Eddy Dissipation Parameter
<b>BMVI</b>	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	<b>EG</b>	Europäische Gemeinschaft
<b>BOS</b>	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben	<b>EPS</b>	Ensemble Prediction System
<b>CAeM</b>	Commission of Aeronautical Meteorology	<b>EU</b>	Europäische Union
<b>CAT</b>	Clear Air Turbulence	<b>EUMETNET</b>	European Meteorological Services Network
<b>CB</b>	Cumulonimbus	<b>EUMETSAT</b>	European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites
<b>CBS</b>	Commission for Basic Systems	<b>EuRadCom</b>	Europäisches Radarkomposit für den FABEC-Raum
<b>CNS</b>	Communication, Navigation, Surveillance	<b>EUR/NAT-Region</b>	ICAO-Region Europa und Nordatlantik (u. a. incl. Russland)
<b>CODA</b>	Central Office for Delay Analysis von EUROCONTROL	<b>EUROCONTROL</b>	European Organisation for the Safety of Air Navigation
<b>COSMO</b>	Consortium for Small-scale Modeling	<b>EnVar</b>	Hybrides Datenassimilationssystem auf Ensemblebasis
<b>COSMO-DE</b>	COSMO Deutscher Ausschnitt	<b>EZMW</b>	Europäisches Zentrum für mittelfristige Vorhersagen
<b>COSMO-DE-EPS</b>	Kurzfrist-Ensemble-Vorhersagesystems	<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration (Luftfahrtbehörde der USA)
<b>COSMO-EU</b>	COSMO Europäischer Ausschnitt und Nord-Atlantik	<b>F&amp;E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>CTR</b>	Controlled Traffic Region (Flugsicherheitsluftraum in unmittelbarer Umgebung eines Flugplatzes)	<b>FE</b>	Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung

<b>FE2</b>	Abteilung Zentrale Entwicklung	<b>LIDAR</b>	Light Detection and Ranging
<b>FWD</b>	Flugwetterdienst	<b>LLWAS</b>	Low Level Wind-Shear Alert System
<b>GAFOR</b>	General Aviation Forecast	<b>LuFo</b>	Luftfahrtforschungsprogramm
<b>GAMET</b>	General Aviation Meteorological Forecast, Area forecast for low level flights (ICAO)	<b>LuftVG</b>	Luftverkehrsgesetz
<b>GeoInfoDBw</b>	Geoinformationsdienst der Bundeswehr	<b>LVTO</b>	Low visibility take-off
<b>GG</b>	Grundgesetz (der Bundesrepublik Deutschland)	<b>MET</b>	Meteorological Services
<b>GmbH</b>	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	<b>METAR</b>	Météorologique Aviation Régulière (Aviation Routine Weather Report)
<b>GRIB1</b>	Gridded Binary (WMO Manual Code Nr. 306, Form FM-92-IX)	<b>Météo France</b>	Nationaler Wetterdienst in Frankreich
<b>GRIB2</b>	General Regularly-distributed Information in Binary form (WMO Code FM-92 Edition GRIB 2)	<b>METFROG</b>	Visualisierungstool für meteorologische Daten der DFS
<b>HERZ</b>	Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung	<b>METG</b>	Meteorology Group der EANPG
<b>HERZ-TB</b>	Themenbereiche/Forschungsgruppen im HERZ	<b>Met Office</b>	Nationaler Wetterdienst des Vereinigten Königreichs
<b>IAFE</b>	Forschungsprogramm »Innovation in der angewandten Forschung und Entwicklung«	<b>Mode-S</b>	Selective Mode
<b>ICAO</b>	International Civil Aviation Organization	<b>MSC</b>	Meteorological Service of Canada
<b>ICI</b>	»Ice Crystal Icing«, Vereisung durch Eiskristalle, insbes. an Flugzeugen	<b>MTG</b>	METEOSAT Third Generation
<b>ICON</b>	ICOsahedral Nonhydrostatic (neues Wettervorhersagemodell)	<b>MUC</b>	Bereich Flughafen München
<b>ICON-EPS</b>	Ensemble-basierte Version von ICON mit globaler Abdeckung	<b>NCAR</b>	National Center for Atmospheric Research, USA
<b>ICON-EU</b>	Regional genesteter ICON-Modelllauf, Europa-Ausschnitt	<b>NCM-A</b>	NowcastMIX-Aviation
<b>IFR</b>	Instrument Flight Rules	<b>NCM-WW</b>	NowcastMIX-Winterwetter
<b>iPort</b>	innovativer Airport	<b>Ninjo</b>	IT-System zur Darstellung meteorologischer Informationen
<b>InfoMet</b>	Telefonische Flugwetterauskunft	<b>NVV</b>	Numerische Wettervorhersage
<b>IWXXM</b>	ICAO Meteorological Information Exchange Model	<b>OPMET</b>	Operationelle meteorologische Informationen
<b>KENDA</b>	Ensemble-Datenassimilation auf der Kilometerskala	<b>PANS</b>	Procedures for Air Navigation Services
<b>KNMI</b>	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (niederländischer Wetterdienst)	<b>PB</b>	Geschäftsbereich Personal und Betriebswirtschaft
<b>KONRAD</b>	KONvektionsentwicklung in RADARprodukten	<b>pc_met®</b>	Selbfbriefing-System für Flugwetterinformationen
<b>KONRAD3D</b>	Weiterentwicklung von KONRAD unter Ausnutzung von Radarkomposit-Daten	<b>PIREP</b>	Pilot Report
<b>LBZ</b>	Luftfahrtberatungszentrale	<b>POLARA</b>	Polarimetrisches Radar Software Framework
		<b>RADAR</b>	Radio Detection And Ranging
		<b>RadSys-E</b>	DWD Projekt zum Ersatz der Wetter-Radargeräte
		<b>RMZ</b>	Radio Mandatory Zone
		<b>SES</b>	Single European Sky

<b>SESAR</b>	Single European Sky ATM Research (Programme)	<b>WMO</b>	World Meteorological Organization
<b>SESAR WP 11.2</b>	SESAR Work Package 11.2	<b>WP</b>	Work Package
<b>SH</b>	Schauer	<b>WV</b>	Geschäftsbereich Wettervorhersage
<b>SIGMET</b>	Significant Meteorological Phenomena (ICAO)	<b>WV 21</b>	Referat Systeme und Betrieb Flugwetterdienst
<b>SINFONY</b>	Integriertes Vorhersagesystem des DWD	<b>WV 22</b>	Referat Kundenservice Flugwetterdienst
<b>SODAR</b>	Sonic Detecting and Ranging	<b>WV2P</b>	Bereich Projektkoordination
<b>SPECI</b>	Sonderwettermeldung	<b>WxVis4ATM</b>	Weather Visualisation for ATM
<b>SWIM</b>	System Wide Information Management	<b>XML</b>	eXtensible Markup Language
<b>SYNOP</b>	synoptische Bodenwettermeldung		
<b>TAF</b>	Terminal Aerodrome Forecast		
<b>TCU</b>	Towering Cumulus		
<b>TeFIS</b>	Technologie für Flugmanagement in großen Strukturen		
<b>TI</b>	Geschäftsbereich Technische Infrastruktur und Betrieb		
<b>TREND</b>	zweistündige Entwicklungsvorhersage (mit METAR-SPECI: Landwettervorhersage)		
<b>TS</b>	Thunderstorm/Gewitter		
<b>Tsd.</b>	Tausend		
<b>UK</b>	United Kingdom (Vereinigtes Königreich Großbritannien und Nordirland)		
<b>VADUGS</b>	Volcanic Ash Detection Utilizing Geostationary Satellites		
<b>VFR</b>	Visual Flight Rules		
<b>VOLCEX</b>	Volcanic Ash Exercise		
<b>VuB</b>	Vorschriften und Betriebsunterlagen		
<b>VVP</b>	»Volume Velocity Processing« – Bestimmung von Vertikalwinden aus bestimmten Dopplerradar-Messungen		
<b>VZÄ</b>	Vollzeitäquivalent		
<b>WAFC</b>	World Area Forecast Center		
<b>WAWFOR</b>	World Aviation Weather Forecast		
<b>WISO</b>	Weather Information System Offenbach		
<b>WiWi</b>	Widrige Windverhältnisse		

World meteorological organisation (WMO): International Cloud Atlas, <https://cloudatlas.wmo.int/home.html>, 27.03.2017.

Plant, R.S. and G.C. Craig, 2008: A Stochastic Parameterization for Deep Convection Based on Equilibrium Statistics. *J. Atmos. Sci.*, 65, 87-105, <https://doi.org/10.1175/2007JAS2263.1>

Sakradzija, M., A. Seifert, and A. Dipankar (2016), A stochastic scale-aware parameterization of shallow cumulus convection across the convective gray zone, *J. Adv. Model. Earth Syst.*, 8, 786-812, [doi:10.1002/2016MS000634](https://doi.org/10.1002/2016MS000634).

## **Herausgeber**

Deutscher Wetterdienst (DWD)

## **Konzeption und Redaktion**

Kai Oliver Heuer, Heike Heim und  
Gabriele Meise

## **Gestaltung und Satz**

Karin Borgmann Grafikdesign  
Offenbach am Main

## **Bildbearbeitung**

Gesser-Service  
Offenbach am Main

## **Druck**

C. Adelman GmbH  
Frankfurt am Main

## **Fotos**

Titel: Stephen Burt

Im Fokus: DWD

Seite 3: Kirsten Bucher

Seiten 6/7, 26/27, 54/55: Marcin Kocybik

Seiten 9, 11, 22, 53, 57, 71: Renate Poßiel

Seiten 12/13: Natalia Savvina

Seiten 16/17: Claudia Hinz

Seiten 18/19: DWD

Seite 34: Martin Wieczorrek

Seiten 34/35: Michael Eckert

Seiten 36/37: Petter Hjulstad

Seite 38: DWD

Seiten 33, 75: Stephan Barthel

Seiten 62/63: Javier Ceberio Garcia

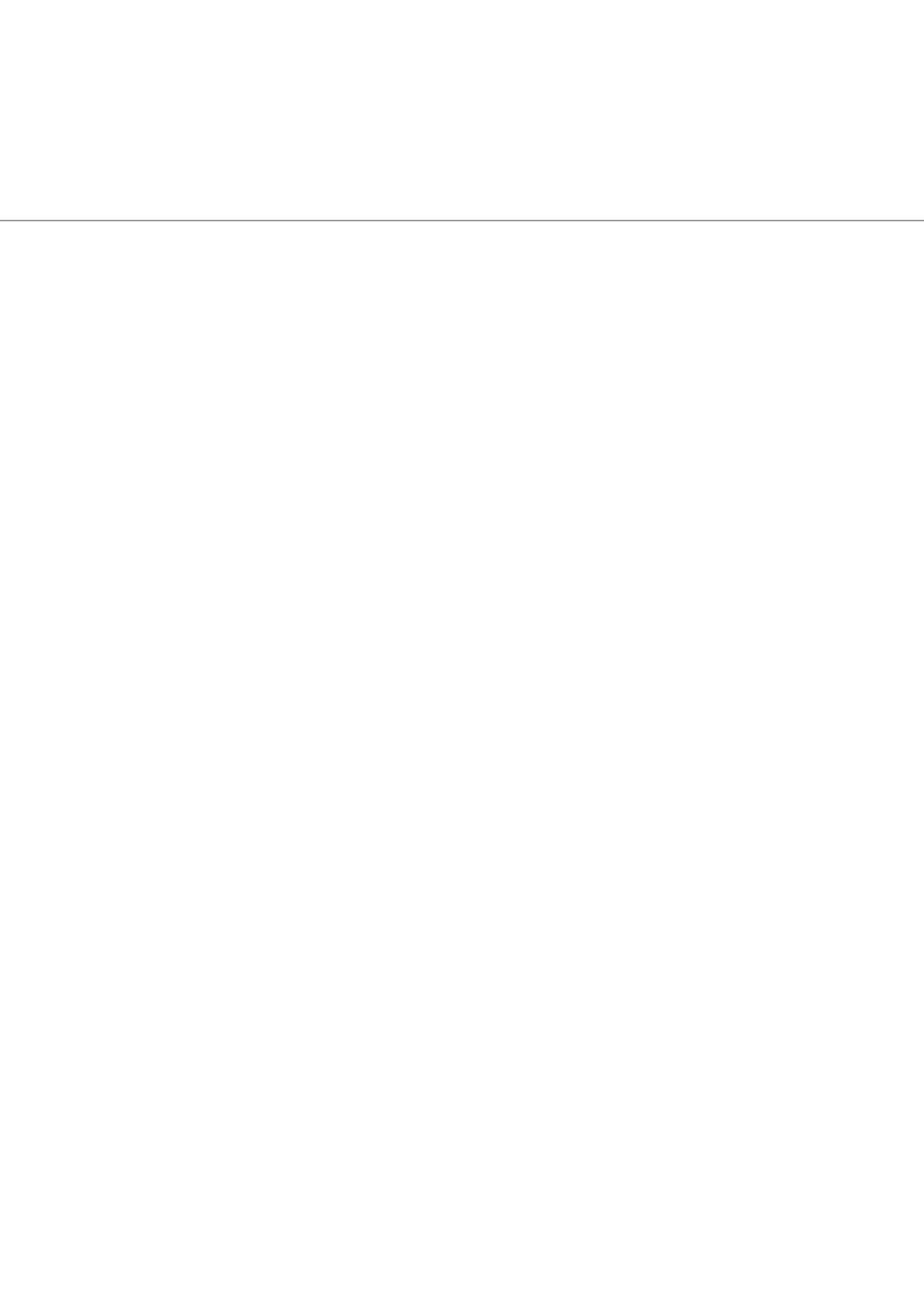
Seiten 72/73: Eric Van Lochem

ISSN der Druck-Ausgabe: 1865-4487

ISSN der Online-Ausgabe: 2194-8291

Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes

Offenbach am Main 2017





**Deutscher Wetterdienst**

Abteilung Flugmeteorologie  
Frankfurter Straße 135  
63067 Offenbach am Main  
Tel.: +49 (0) 69 / 80 62 - 20 65  
Fax: +49 (0) 69 / 80 62 - 20 14  
E-Mail: [luftfahrt@dwd.de](mailto:luftfahrt@dwd.de)  
[www.dwd.de/luftfahrt](http://www.dwd.de/luftfahrt)

Über [www.dwd.de](http://www.dwd.de) gelangen Sie  
auch zu unseren Auftritten in:

