

# **Luftfahrtforschungsprogramm 2016-2020 (LuFoV-2 790-135, 2. Call)**

## **Wetter Visualisierung für ATC (WxVis4ATC)**



## **Schlussbericht der DFS**

Zuwendungsempfänger:

DFS Deutsche Flugsicherung GmbH  
Förderkennzeichen: 20V1509B  
Laufzeit: 01.07.2016 - 31.03.2020  
Berichtszeitraum: 01.07.2016 - 31.03.2020

Datum: 29.09.2020

Version: 1.0

## Impressum

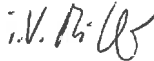
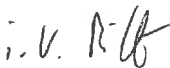
Autor, Firma: Dr. Susanne Biermann-Höller, DFS  
Katia Dukanovic, DFS

Verantwortlicher, Firma: Dr. Susanne Biermann-Höller, DFS

zuletzt geändert/gespeichert: 29. September 2020

Anzahl Seiten: 22

## Freigabevermerk:

	Name und Unterschrift	Datum
erstellt	Dr. Susanne Biermann-Höller, OP/D 	29/9/2020
Geprüft und freigegeben	Dr. Susanne Biermann-Höller, OP/D 	29/9/2020

Copyright © 2020: DFS Deutsche Flugsicherung GmbH

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Verbundpartner unzulässig und wird zivil- und strafrechtlich verfolgt. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Seite absichtlich freigelassen

## Verteilerliste

### Projektträger

Projektträger Luftfahrtforschung- und Technologie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

## Änderungsübersicht

Version	Datum	Geänderte Seiten, Kapitel	Bemerkung und Autor/Firma
0.1	06.08.2020	Original	Erstfassung
0.5	22.09.2020	Gesamttext	Überarbeitung
1.0	29.09.2020	Gesamttext	Finale Version

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
1 Rolle der DFS im Verbundprojekt „WxVis4ATC“	7
1.1 Aufgabenstellung	7
1.2 Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde	7
1.3 Planung und Ablauf des Projekts	8
1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	8
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	9
1.6 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	9
2 Erzielte Ergebnisse	10
2.1 HAP1- Anforderungen	10
2.1.1 Nutzerbefragungen	10
2.1.2 Betriebliche Anforderungen an die Visualisierung	11
2.2 HAP2 - Konzept	13
2.2.1 Priorisierung der Anforderungen	13
2.2.2 Konzeptdefinition	14
2.2.3 Verbesserung der Aktualität von Wetterinformationen	14
2.3 HAP3- Realisierung	14
2.3.1 Bestimmung der Latenzzeit	14
2.3.2 Kompensation der Latenzzeit	15
2.4 HAP4- Validierung	15
2.4.1 Validierungsumgebung	16
2.4.2 Durchführung der Validierung	17
2.4.3 Bestimmung des Vorhersagezeitpunktes	17
3 Nutzen und weitere Verwertung der Ergebnisse	19
Abkürzungsverzeichnis	20
Quellenverzeichnis	21

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beschreibung der Anforderungsanalyse	12
Abbildung 2: Priorisierung der Projektziele	13
Abbildung 3: Latenzzeit bei der Übertragung von Niederschlag und Gewitter	15
Abbildung 4: Validierungsumgebung	16
Abbildung 5: Ausgangsszenario Validierung	17
Abbildung 6: Validierung Latenzzeit	18

## 1 Rolle der DFS im Verbundprojekt „WxVis4ATC“

### 1.1 Aufgabenstellung

Das Verbundvorhaben „Flugmeteorologische Datenvisualisierung speziell für die Anwendung bei der Flugsicherung (ATC)“ (WxVis4ATC) ist ein Verbundprojekt mit vier Teilprojekten im Rahmen des zweiten Aufrufs des fünften Luftfahrtforschungsprogramms, das die DFS gemeinsam mit den Verbundpartnern Deutscher Wetterdienst (Verbundführer) und MeteoSolutions durchgeführt hat.

### 1.2 Voraussetzungen, unter denen das Projekt durchgeführt wurde

Flugmeteorologische Daten des DWD werden der DFS an deren Schnittstelle (DFS-Wettergateway) übermittelt. Dazu zählen z.B. Modellvorhersagen, insbesondere WTQ-Vorhersagen (Wind, Temperatur und QNH) in verschiedenen Höhengniveaus, und OPMET Daten (METAR, SPECI, TAF, Flughafenwetterwarnungen, SIGMET, ...). Diese Daten finden Eingang in die technischen Systeme der DFS und werden z.B. an den Controller Working Positions (CWP) je nach Prozessanforderung angezeigt. Genutzt werden die meteorologischen Daten von den Fluglotsen der DFS im Tower und im ATC/Flight Information Service als Unterstützung bei deren Entscheidungsfindung über Flugrouten und Steuerung des An- und Abfluges an Verkehrsflughäfen.

Es hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass die Anforderungen an die Interpretation der Wetterphänomene aufgrund der gestiegenen Kapazitätsanforderungen im System Luftverkehr stark gestiegen sind. Dies ging einher mit Forderungen geeigneter ergonomischer Visualisierungen, um eine Minimierung der unmittelbaren Situationsinterpretation von Wetterphänomenen am Lotsenplatz zu erreichen.

Um die Wetterdarstellungen zu einem effektiveren Werkzeug für Fluglotsen umzugestalten, bestand der Bedarf in einem neuen Ansatz zur korrelierten Verwendung von Vorhersagedaten, abgeleiteten Voraussagen und eindeutiger Darstellung zur Nutzung bei Lotsen und Piloten. Es sollten die Voraussetzungen geschaffen werden, die Bereitstellung der flugmeteorologischen Daten derart zu gestalten, dass die meteorologische Aussage bei der Verarbeitung durch die technischen Systeme der DFS eindeutig dargestellt wird und unverfälscht dem Endnutzer, d.h. dem Fluglotsen, interpretationsfrei, prozessorientiert und ergonomisch aufbereitet zur Verfügung gestellt werden kann.

### 1.3 Planung und Ablauf des Projekts

Eine Vorplanung wurde gemeinsam mit den späteren Verbundpartnern erstellt und 2015 beim Projektträger Luftfahrtforschung eingereicht.

Nach Begutachtung der Projektskizze mit dem Ergebnis, dass eine Antragstellung zu befürworten sei, wurde dann eine Konkretisierung der Planung vorgenommen und eingereicht. Das Projekt WxVis4ATC wurde am 28.06.2016 bewilligt.

Der Ablauf des Projektes orientierte sich weitestgehend an der vorgelegten Projektplanung. Abweichungen davon wurden auf den regelmäßig stattfindenden Review Meetings vorgetragen und in den betreffenden Zwischenberichten dokumentiert.

Die DFS arbeitete an den Arbeitspaketen HAP1 (Anforderungen Visualisierung, Anforderungen meteorologischer Daten und Datenbereitstellung), HAP2 (Konzept Visualisierung, Konzept meteorologischer Datenaufbereitung und Datenbereitstellung), HAP3 (Realisierung Visualisierung, Realisierung Datenformat und Datenbereitstellung, technische Verifizierung) und HAP4 (Einrichtung und Durchführung Testszenarien, Durchführung Anpassungen, Ergebnis und Bewertung der Validierung). Die überwiegenden Arbeitsanteile der DFS wurden im HAP1 und HAP4 erbracht.

Am 16.08.2018 beantragten alle Verbundpartner eine zeitliche Verlängerung des Vorhabens bis zum 30.03.2020 (anstatt des ursprünglich vorgesehenen Projektendes zum 30.09.2019). Durch die Genehmigung des Antrages konnte eine zusätzliche Testphase von Daten im Livemodus durchgeführt werden. Die Verlängerung der Projektlaufzeit erfolgte kostenneutral.

Die Kick-Off- und Review- Meetings wurden gemeinsam vor- und nachbereitet und wechselnd bei den einzelnen Verbundpartnern durchgeführt.

### 1.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

In Zeiten von steigenden Kapazitätsanforderungen im ATM-Bereich ist die schnelle Interpretation kritischer Wetterentwicklungen entscheidend für den Durchsatz von Enroute- und Towerdiensten. Der Aufsatzpunkt im Projekt WxVis4ATC zur Erarbeitung entscheidender Verbesserungen bei der Wetterinterpretation erfolgte auf der Basis von Vorarbeiten im Rahmen von nationalen und internationalen Forschungsprojekten und -programmen.



Hierbei basierten die Grundlagen zum Informationsaustausch auf den Ergebnissen des europäischen Programms SESAR (Single European Sky ATM Research). Meteorologische Erkenntnisse aus dem Projekt WeAC, ein Forschungsprojekt im Rahmen des Luftfahrtforschungsprogramms, wurden als fachliche Basis für die Entwicklung geeigneter Produkte und Darstellungen verwendet. Technische Rahmenbedingungen und Messergebnisse zur Bewertung von Latenzen wurden aus Ergebnissen des Forschungsprogramms „Expertennetzwerk“ abgeleitet.

### 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die DFS hat alle Arbeitsanteile im Projekt in den Arbeitspaketen HAP1 bis HAP4 ohne weitere Unterbeauftragungen durchgeführt.

### 1.6 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Bei der DFS waren die Bereiche Kommunikation (Kommunikationsinfrastruktur), Systemhaus (Softwareanpassungen), Tower (Tower-Lotsen) und operative Planung (Datenmanagement) in das Projekt integriert. Die Beteiligung der oben genannten Bereiche ermöglichte eine reibungslose interne Projektabwicklung.

Die Bereiche Kommunikationsinfrastruktur und Systemhaus unterstützten bei den Arbeiten für die Schnittstelle an das Kommunikationsnetz und die Referenztestumgebungen. Der Bereich Tower stellte die notwendigen Kapazitäten für die Validierung der WxVis4ATC – Produkte zur Verfügung.

Der Bereich Datenmanagement ermöglichte die Projektdurchführung in der DFS und bearbeitete die Themengebiete Anforderungen, Konzeption, Verifikation, Testimplementierung und Analyse.

Die Personalaufwendungen für dieses Projekt lagen leicht über den per Zuwendungsbescheid genehmigten Kosten.

## 2 Erzielte Ergebnisse

### 2.1 HAP1- Anforderungen

In der ersten Phase des Projektes fand eine Anforderungsanalyse statt. Hier sollte die Fragestellung untersucht werden, in welcher Form Wetterinformationen dem operationell eingesetzten Personal der Flugsicherung ergonomisch aufbereitet werden sollen. Die operationellen Einsatzszenarien bezogen sich auf Arbeitsumgebungen von En-Route-, Approach- und Tower-Lotsen, jedoch teilweise erweitert auf Informationsszenarien, mit weiteren Prozessbeteiligten, wie z.B. Piloten.

Zur Durchführung der Analyse wurden folgende Eingangsinformationen berücksichtigt:

1. Im Rahmen der Nutzung von Wetterinformationssystemen an den operationellen Arbeitsplätzen werden regelmäßig Anforderungen zur Optimierung erfasst und beschrieben, die im Rahmen dieses Projektes zur Analyse herangezogen wurden.
2. Forschungsdokumente aus SESAR und LUFO wurden herangezogen, um die Ausgangssituation zur Problematik der Visualisierung herzuleiten.
3. Der Schwerpunkt wurde auf die Durchführung von Nutzerbefragungen des operationellen Personals gelegt. Hierzu wurde auf der Basis der Vorbereitungen aus 1. und 2. ein Interview-Fragebogen erarbeitet, der es ermöglichte, in strukturierter Form die Anforderungen der Probanden abzufragen und die Antworten in auswertbarer Form festzuhalten und anschließend zu analysieren.

#### 2.1.1 Nutzerbefragungen

Es wurden zwei aufeinander aufbauende Interviewdurchgänge im zeitlichen Abstand von 4 Wochen abgehalten, in denen unterschiedliche Ziele verfolgt wurden. Um diese jeweils zu erreichen, wurden unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt. Bei beiden Interviewreihen wurde jedoch darauf geachtet, dass die Interviews identisch geführt wurden, d.h. die Moderation und der Ablauf der Befragungen waren bei jedem Interviewpartner gleich. Mit dieser Methode konnten jeweils vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Jede Testperson musste die gleiche Abfolge durchlaufen, dieselben Fragen beantworten und hatte die dieselben Vorabinformationen zur Verfügung.

Bei den Befragten handelte es sich um operatives Personal, die in verschiedenen EBG (Einsatzberechtigungsguppen) tätig sind und unterschiedliche Tätigkeiten (Rollen) ausüben.

### 2.1.1.1 Erste Interviewreihe

Das erste Interview diente der Grobstrukturierung, um die Schwerpunktthemen bei der Problematik der Visualisierung herauszuarbeiten.

Bei der Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der ersten Interviewreihe wurden folgende Ziele verfolgt:

- Die wetterrelevanten Optimierungsmöglichkeiten sollten aus Sicht der operativen Nutzer identifiziert und festgehalten werden.
- Die für die Luftfahrt relevanten Wetterelemente sollten einzeln in Bezug auf verschiedene Kriterien einheitlich abgefragt und aus Nutzersicht priorisiert werden.

Die Teilnehmerantworten wurden anschließend einer systematischen Analyse unterzogen, um die für die Anforderungserhebung relevanten Antworten zu extrahieren und für die Anforderungsanalyse in Form von Anforderungen aufzubereiten.

Die so ermittelten fachlichen Anforderungen wurden im nächsten Schritt einer Machbarkeitsanalyse unterzogen, d.h. es wurden Möglichkeiten untersucht, ob und wie die jeweilige Anforderung praktisch umgesetzt werden kann.

### 2.1.1.2 Zweite Interviewreihe

Ziel der zweiten Interviewreihe war es, die Erkenntnisse aus der ersten Befragungsrunde inhaltlich zu vertiefen und die identifizierten Hauptthemen feingranular aufzubereiten. Der Schwerpunkt wurde dabei auf die Eindeutigkeit der Wetterinformation (fachliches Verständnis und korrekte Nutzung) gelegt.

Dabei stand im Fokus der Befragung die einheitliche Überprüfung der Akzeptanz und User-Präferenzen in Bezug auf die Optimierungsvorschläge. Die Teilnehmer konnten hier die in der ersten Interviewreihe vorgeschlagenen Optimierungen und Lösungsmöglichkeiten bewerten.

## 2.1.2 Betriebliche Anforderungen an die Visualisierung

Der in den Interviews abgefragte Verbesserungsbedarf sowie die konkreten Optimierungsideen wurden in Form von Anforderungen, die für die spezielle Problematik ausformuliert wurden, aufgenommen. Die Festlegung der Anforderung und Überprüfung ihrer Umsetzung orientierte sich am SESAR-Vorgehensmodell, welches an die E-OCVM angelehnt ist.

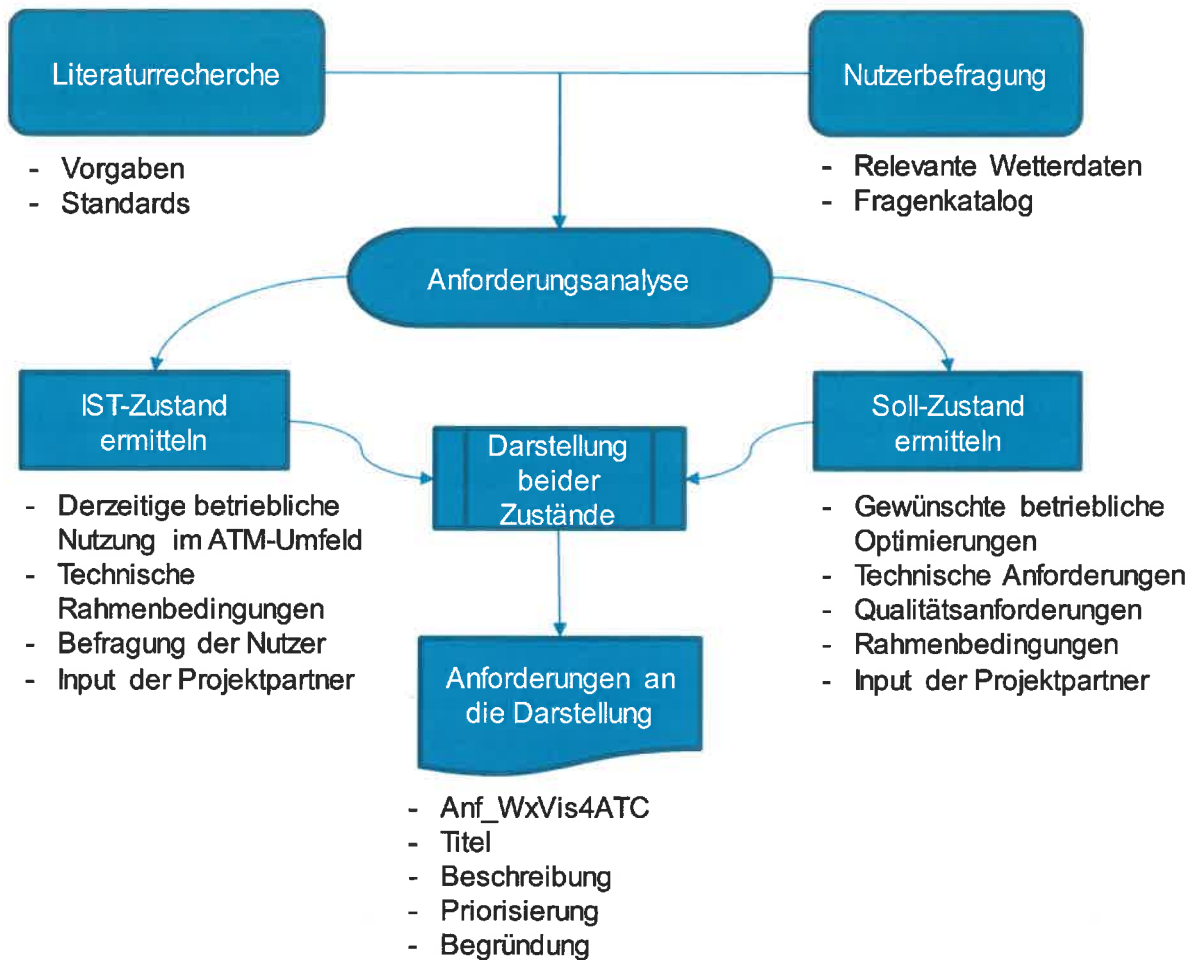


Abbildung 1: Beschreibung der Anforderungsanalyse

### 2.1.2.1 Optimierungsbedarf nach Wetterelementen und -phänomenen

Ein Ziel der Interviews der ersten Interviewreihe war es, zu ermitteln, inwiefern das Auftreten eines Wetterphänomens den Luftverkehr allgemein sowie die Arbeit des Befragten beeinflusst. Dieses Vorgehen hatte zum Ziel, die Wetterphänomene nach ihrer Wichtigkeit für den Betrieb zu priorisieren.

Bei allen Wetterphänomenen wurde ergänzend abgefragt, inwiefern die aktuelle Bereitstellung in Bezug auf visuelle Darstellung, Aktualität und Vorhersagemöglichkeit zufriedenstellend ist und welcher Verbesserungsbedarf sich daraus ableitet.

## 2.2 HAP2 - Konzept

Im Rahmen des Hauptarbeitspakets „HAP2 Konzept“ wurden als erstes die in HAP1 gewonnenen Anforderungen priorisiert und anschließend eine mögliche Umsetzung der hochpriorisierten Anforderungen konzeptionell entworfen.

### 2.2.1 Priorisierung der Anforderungen

Da nicht alle spezifizierten Anforderungen im Rahmen von WxVis4ATC umgesetzt werden konnten, wurde die Fokussierung auf bestimmte Anforderungen priorisiert und gewichtet.

Hierzu wurden die im Vorfeld definierten Projektziele priorisiert und, um die Priorisierungsergebnisse messbar zu machen, mit einem Faktor von 1 bis 5 belegt. Das wichtigste Ziel wurde mit dem höchsten Faktor belegt.

Nr.	Ziel	Faktor
1	Verbesserung der Aktualität der Information	5
2	Vermeidung von Fehlinterpretationen	4
3	Erhöhung der „Awareness“	3
4	Erweiterung der gegenwärtig bereitgestellten Information	2
5	Verbesserung der Ergonomie am Arbeitsplatz	1

Abbildung 2: Priorisierung der Projektziele

Jede erhobene Anforderung trägt in verschiedenen Ausmaßen zur Erfüllung einer oder mehrerer Projektziele bei. Um dieses Ausmaß (Beitrag) festzulegen, musste für jede einzelne Anforderung abgeschätzt werden, inwiefern diese zur Erfüllung des jeweiligen Ziels beiträgt. Je nach Grad des Beitrags wurde die Antwort mit einem Faktor „0“ (für „keinen Beitrag“) bis „3“ (für „maßgeblichen Beitrag“) versehen.

Um die unterschiedliche Gewichtung der Projektziele zu berücksichtigen, wurde im Anschluss der abgeschätzte Beitrag mit dem Faktor für das jeweilige Ziel (Abbildung 2) multipliziert und anschließend zusammenaddiert.

Auch der Faktor „Priorisierung der Wetterelemente“ wurde berücksichtigt, indem die Anforderungen, die sich mit den höher priorisierten Wetterelementen befassen, ebenfalls höher priorisiert wurden.

## 2.2.2 Konzeptdefinition

In der nächsten Phase von HAP2 wurde durch die Projektpartner gemeinsam erarbeitet, welche der höherpriorisierten Anforderungen im Rahmen des Projektes umgesetzt werden können und es wurden die entsprechenden Lösungen/Technologien zur Umsetzung identifiziert. Dabei wurden auch Synergien durch die Vernetzung mit anderen Projekten und Vorhaben genutzt.

## 2.2.3 Verbesserung der Aktualität von Wetterinformationen

Höchste Priorität entstand bei der Anforderung, die Aktualität von Wetterinformationen bei der Darstellung am Arbeitsplatz zu optimieren. Zurzeit ist bei einer Reihe von Wetterinformationen die Alterung der Information infolge von technischen Verzögerungen in der Übertragung oder bei der Erstellung des jeweiligen Wetterproduktes für den Anwender nicht erkennbar. Es geht aus der Darstellung nicht hervor, ob das Wetterphänomen im zeitlichen Verlauf schon eine Zustandsänderung erfahren hat. Der Lösungsweg des Projektes verfolgte die Kombination eines technischen und meteorologischen Lösungsansatzes.

## 2.3 HAP3- Realisierung

### 2.3.1 Bestimmung der Latenzzeit

Um die Verbesserung der zeitlichen Bereitstellung anzugehen und dem Lotsen ein Wetterbild zu präsentieren, das so nah wie möglich am tatsächlichen Wettergeschehen ist, musste in erster Linie ermittelt werden, wie hoch der bestehende zeitliche Verzug ist. Diese, bei der Bereitstellung der Wetterinformation von dem Zeitpunkt der Beobachtung der Wetterereignissen bis zu deren Darstellung am Lotsenarbeitsplatz entstehende Verzögerung wird im Folgenden als „Latenzzeit“ bezeichnet und ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt.

Die Ermittlung der Latenzzeit wurde im Rahmen einer parallel stattfindenden Zusammenarbeit der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH und dem Deutschen Wetterdienst im BMVI Expertennetzwerk - Themenfeld 4 durchgeführt. Es wurde eine Analyse über jeden Prozessschritt und Übertragungsweg bis hin zur detaillierten Darstellung der Wetterprodukte durchgeführt, um festzustellen, wie die Latenz entsteht.

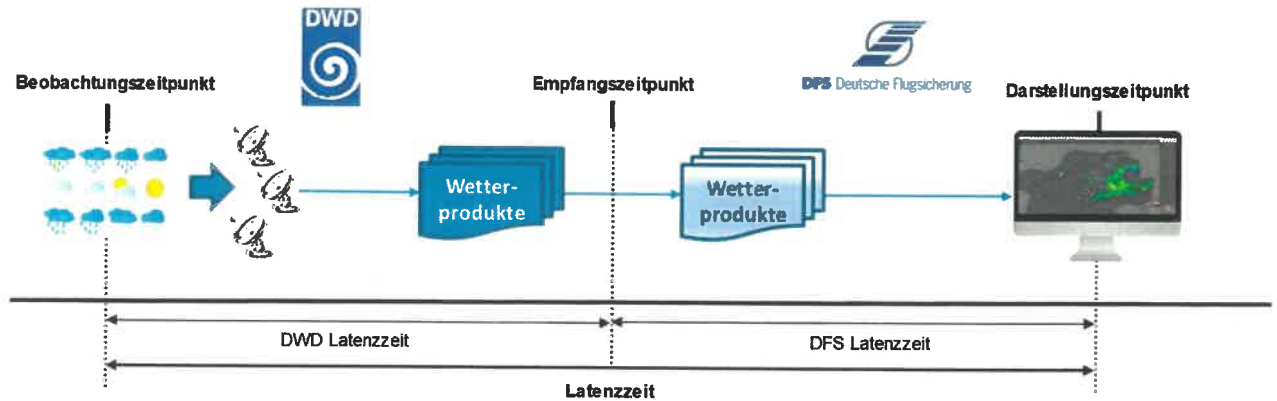


Abbildung 3: Latenzzeit bei der Übertragung von Niederschlag und Gewitter

Dabei wurde festgestellt, dass keine generelle und allumfassende „Latenzzeit“ gemessen und angegeben werden kann. Grund hierfür ist, dass z.B. die betroffenen Wetterelemente „Niederschlag“ und „Gewitter“ in verschiedenen Produkten übermittelt werden. Je nach Eigenschaften des Wetterprodukts und der Übertragungs- und Darstellungssysteme wurden unterschiedliche, zum Teil stark variierende Verzögerungszeiten bei der Übermittlung festgestellt.

### 2.3.2 Kompensation der Latenzzeit

Im Rahmen des vorhandenen Projektes sollte die vorhandene Latenzzeit durch die Bereitstellung einer Kurzfristvorhersage kompensiert werden. Das bedeutet, dass Niederschläge und Gewitterinformationen zur Kompensation der Latenzzeit mit Fachverfahren für die erforderliche (kurze) Zeit in die Zukunft verlagert werden sollen, um sie dem Betriebspersonal möglichst „in Echtzeit“ darzustellen.

Die Ergebnisse der vorangegangenen Latenzzeitanalyse wurden genutzt, um pro Wetterprodukt einen Zeitmittelwert zu ermitteln, wonach sich die Kurzfristvorhersage richtet. Diese Zeit musste anschließend validiert werden.

## 2.4 HAP4- Validierung

In der letzten Phase des Projektes fand die Validierung der Projektergebnisse statt. Die Validierung wurde in zwei Phasen aufgeteilt und beschränkte sich auf die betriebstechnischen Aspekte, d.h. es wurde geprüft, ob die neuen Wetterprodukte richtig dargestellt und operationell anwendbar sind und die Umsetzung der Projektanforderungen entspricht.

Zunächst wurde die konzeptionelle Festlegung getroffen, wie und mit welchen Werkzeugen sowie in welcher Umgebung die Validierung stattfinden soll und welche Rollen und

Personen daran partizipieren sollten. Auch der Ablauf der Validierung und die Erfolgskriterien, die beschreiben, ab wann die Validierung als erfolgreich durchgeführt gilt, wurden definiert sowie die Ziele, die bei der Validierung verfolgt werden sollten.

### 2.4.1 Validierungsumgebung

Die Validierungsumgebung ist in Abbildung 4 schematisch dargestellt. In rot markiert sind die im Rahmen von WxVis4ATC für die Validierung erzeugten Daten und die Datenverbindungen für deren Verteilung aufgezeichnet.

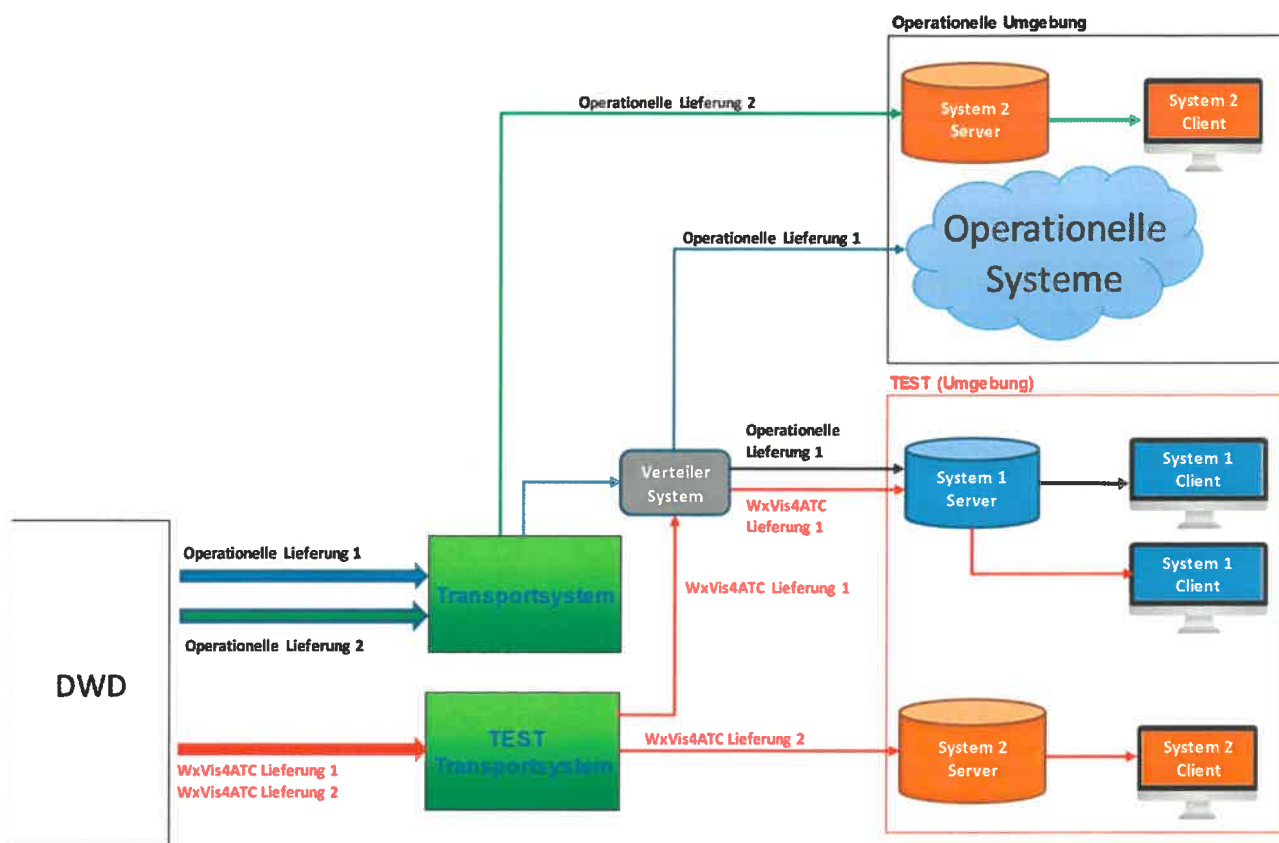


Abbildung 4: Validierungsumgebung

Beim Aufbau der Validierungsumgebung wurde darauf Wert gelegt, die benötigten Testsysteme und die Infrastruktur von der operativen Umgebung weitestgehend zu entkoppeln, die Validierungsumgebung jedoch trotzdem im Systemverhalten der operativen Umgebung so nachzubauen, dass vergleichbare Ergebnisse erzielt werden konnten.



## 2.4.2 Durchführung der Validierung

Bei der Durchführung der Validierung wurden systematisch vier Validierungsstufen durchlaufen.

- Die erste Stufe diente vor allem als Probelauf für die Datenbereitstellung unter realistischen Bedingungen.
- In der zweiten Stufe fand ein Briefing statt, in dem die Prüfpersonen mit der Thematik und der Vorgehensweise vertraut gemacht wurden.
- Die dritte Stufe diente der eigentlichen Validierungsdurchführung, in der die Validierungsszenarien (Testszenarien) durchlaufen wurden.
- In der vierten Stufe wurde ein Debriefing mit den Prüfpersonen durchgeführt.

## 2.4.3 Bestimmung des Vorhersagezeitpunktes

Das Ausgangsszenario für die Validierungsdurchführung wurde wie folgt dargestellt:

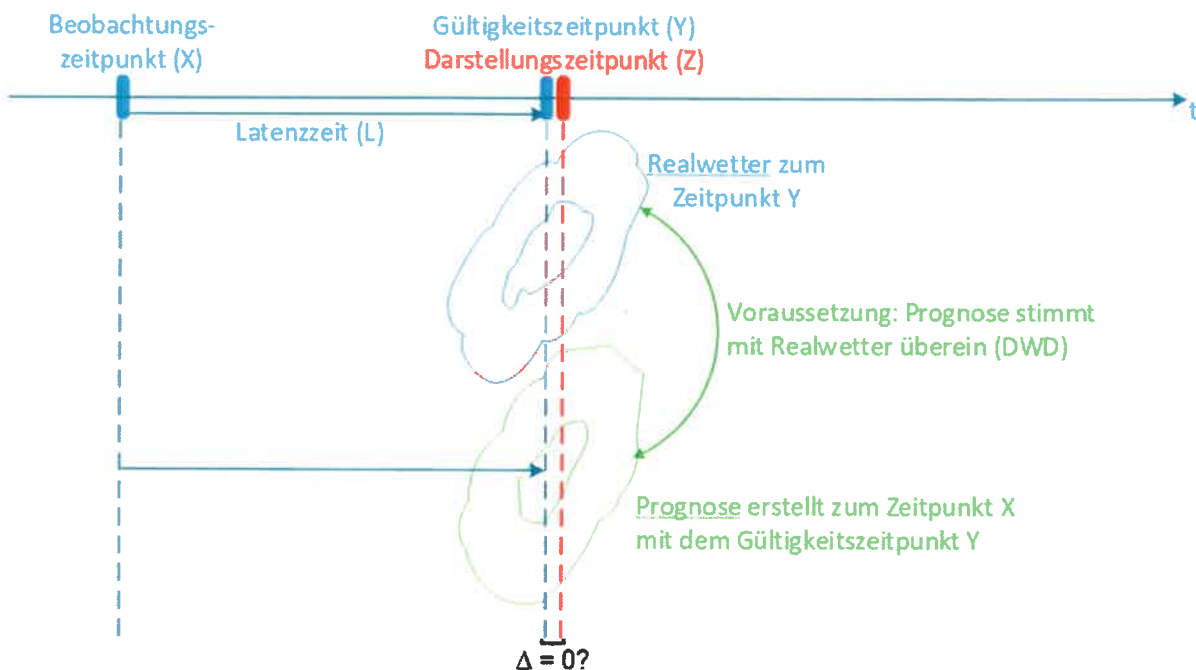


Abbildung 5: Ausgangsszenario Validierung

Für die aktuelle Zeit  $Y$  (Echtzeit) muss zum Zeitpunkt  $X$  eine Prognose für den Gültigkeitszeitpunkt  $Y$  erstellt werden. Der Zeitpunkt  $Y$  berechnet sich, wie in Abbildung 5 dargestellt, aus der aktuellen Zeit ( $X$ ) plus der zuvor ermittelten Latenzzeit ( $L$ ).

Voraussetzung für die Durchführung der Validierungsszenarien ist, dass die Prognose, die zum Zeitpunkt X erstellt worden ist, mit dem Realwetter zum Zeitpunkt Y inhaltlich übereinstimmt. Dies musste vom DWD validiert bzw. verifiziert werden.

Der DWD erstellt zum Zeitpunkt X die Prognose für den Zeitpunkt Y und stellt diese der DFS zur Verfügung. Die DFS verarbeitet wie bisher auch die bereitgestellten Daten in den Systemen und stellt sie zu einem neuen Zeitpunkt Z (Systemzeit bei der Darstellung) in den Systemen dar. Der Gültigkeitszeitpunkt (Y) der dargestellten Prognosen muss jetzt mit dem Zeitpunkt Z verglichen und bewertet werden. Im Idealfall entspricht der Zeitpunkt Z dem Gültigkeitszeitpunkt Y.

Maßgebliches Ziel der Validierung war es, für jedes getestete System den passenden Vorhersagezeitpunkt zu ermitteln (L(1) und L(2) in Abbildung 6).

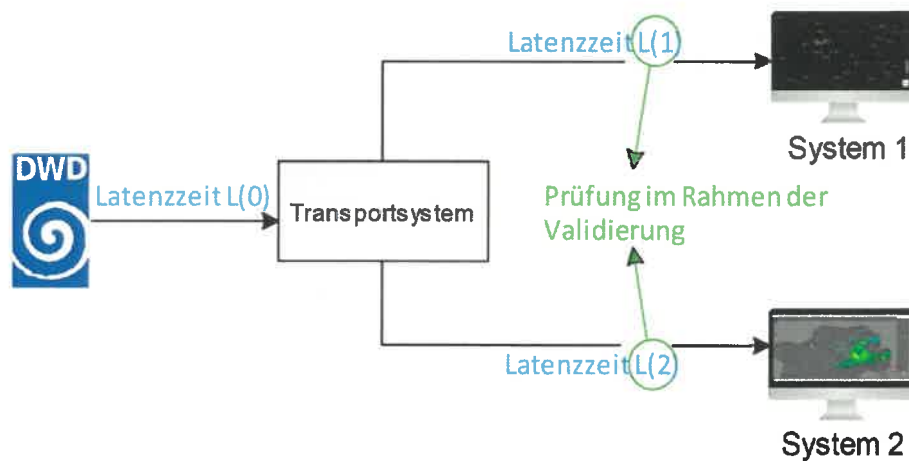


Abbildung 6: Validierung Latenzzeit

### 3 Nutzen und weitere Verwertung der Ergebnisse

Die in WxVis4ATC entwickelten und validierten Darstellungen von Wetterphänomenen bieten die Möglichkeit, mit entsprechenden technischen Anpassungen und produktspezifischen Verbesserungen die Einsetzbarkeit an den operativen Arbeitsplätzen zu ermöglichen.

Hierzu gehört die Umsetzung von Erkenntnissen aus den Validierungsaktivitäten, die entsprechend dokumentiert wurden.

Der prototypische Ansatz der ergonomisch aufbereiteten und prozessorientiert visualisierten Wetterprodukte am Lotsenarbeitsplatz hat bestätigt, dass sich hierdurch Prozessabläufe und Informationsflüsse zwischen Lotsenarbeitsplatz und Cockpit optimieren lassen. Im Vorfeld der operationellen Einführung müssen aber bestimmte technische und betriebliche Voraussetzungen erfüllt werden.

Für die betriebliche Nutzung werden die Softwareerstellung, die technischen Anpassungen der Datenformate und Schnittstellen sowie die Integrationsmaßnahmen in die Masterplanung der DFS übernommen. Aufgrund der Corona-Pandemie ist allerdings im März 2020 eine Verschiebung aller Planungen um zwei Jahre durch die DFS-Geschäftsführung vorgegeben worden. Abhängig vom Verlauf der Pandemie ist mit einer erneuten Überprüfung der Planungen zu rechnen.

Die technische Verifikation im Hinblick auf die Nutzung der Produkte hat gezeigt, dass die Lösungsansätze auch im Hinblick auf die zu erwartenden regulatorischen Vorgaben der Europäischen Kommission in Bezug auf die SWIM-Einführung im Rahmen von SES (Single European Sky) genutzt werden können.

Bei der Validierung hat sich gezeigt, dass die Arbeitsergebnisse zu einer signifikanten Steigerung bei der Früherkennung von kritischen meteorologischen Wettersituationen führen.

In einem nächsten Schritt ist geplant, auf der Basis dieser Erkenntnisse mit den ATM-Partnern auszuarbeiten, wie nächste Prozessoptimierungen angegangen werden können.

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AIRM	ATM Information Reference Model
ANSP	Air Navigation Service Provider
ATC	Air Traffic Control
ATM	Air Traffic Management
CDM	Collaborative Decision Making
CWP	Controller Working Position
DFS	Deutsche Flugsicherung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBG	Einsatzberechtigungsgruppe
E-OVCM	European Operational Concept Validation Methodology
ET	Echotypklassifizierung
HAP	Hauptarbeitspaket
HMI	Human Machine Interface
LuFo	Luftfahrtforschungsprogramm des Bundes
METAR	Meteorological Aviation Routine Report
OPMET	Operational Meteorological Information
SESAR	Single European Sky ATM Research Programme
SIGMET	Significant Meteorological Phenomena
SPECI	Special Report
SWIM	System Wide Information Management
TAF	Terminal Aerodrome Forecast
WeAC	Wetter in in ATM und CDM
WTQ	Wind Temperature QNH
WxVis4ATC	Wettervisualisierung für ATC

---

## Quellenverzeichnis

- [1] DWD, „Durchführung meteorologischer Dienste an Verkehrsflughäfen und Verkehrslandeplätzen für Regionalluftverkehre mit Flugplatzkontrolldienst sowie an unkontrollierten Flugplätzen mit Luftraum ‚F‘“, 2007
- [2] SESAR, AIRM Third Major Release, 2013
- [3] EUROCONTROL, „European Operational Concept Validation Methodology – E-OVCM V3“, Vol. I+II, 2010
- [4] LuFo, WeAC Gesamtprojekt Schlussbericht, 2016
- [5] DFS und DWD, Expertennetzwerk, Themenfeld 4, Latenzzeit-Messungen, 2019

- Ende des Dokuments -