
Schlussbericht zum Teilvorhaben

Name des Vorhabens: **ADELE** (Automatisierter DrohnenEinsatz aus der Leitstelle)
Projektpartner: DLR, Frequentis, Vodafone
Förderkennzeichen: 16BEC0035
Laufzeit: 06/24 – 11/25

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	3
I. Kurzdarstellung	4
1. Problemstellung	4
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	4
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand	5
5. Kurzdarstellung der wichtigsten Vorhabenergebnisse	5
6. Nutzen und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten der Vorhabenergebnisse	6
II. Eingehende Darstellung	7
1. Erzielte Ergebnisse im Einzelnen	7
1.1 AP-Nr. 1 – Projektmanagement	7
1.2 AP-Nr. 2 – Anforderungskatalog	7
1.3 AP-Nr. 3 – Architektur	8
1.4 AP-Nr. 4 - Demonstrator	8
1.5 AP-Nr. 5 - Validierung	9
1.6 AP-Nr. 6 - Verwertung und Kommunikation	10
2. Beitrag zu den Zielen der Fördermaßnahme, voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit	13
2.1 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Vorhabenende	14
2.2 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Vorhabenende	15
2.3 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	15
III. Anlagen	17
1. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	17
2. Zusammenarbeit und Projektmanagement	17
3. Übersicht der Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit	18
4. Übersicht der Schutzrechtsanmeldungen	18
5. Literaturverzeichnis	18
5.1 Projekt-interne Berichte:	18

Abkürzungsverzeichnis

ADELE	Automatisierter DrohnenEinsatz aus der Leitstelle
AP	Arbeitspaket
ASGARD	Leitstellenplattform der Firma Frequentis
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BDBOS	Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EASA	European Union Aviation Safety Agency
KoPa_45	Fördermaßnahme „Kooperative Plattformen und Systeme für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben“
LBA	Luftfahrt-Bundesamt
SAIL	Specific Assurance Integrity Level
SORA	Specific Operation Risk Assessment
UAS	Unmanned Aircraft System
VDI/VDE	Verein Deutscher Ingenieure / Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Tabelle 1	Übersicht der Arbeitspakete	5
Tabelle 2	Medien-Publikation	10
Tabelle 3	Verwertungsplan	13

I. Kurzdarstellung

1. Problemstellung

Der Einsatz unbemannter Luftfahrtsysteme bietet für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) ein hohes Potenzial zur Unterstützung zeitkritischer Einsatzlagen. In der Praxis bestehen jedoch weiterhin erhebliche Herausforderungen bei der sicheren, regulatorisch konformen und operativ integrierten Nutzung von Drohnen aus bestehenden Leitstellenstrukturen heraus. Insbesondere fehlten bislang durchgängige Lösungen, die technische Steuerung, Lagebilddarstellung, Risikobewertung und Genehmigungsfähigkeit miteinander verbinden.

Das Projekt ADELE adressierte diese Problemstellung durch die Entwicklung und Erprobung eines integrierten Systems, das den automatisierten Drohneneinsatz direkt aus einer Leitstellenumgebung heraus ermöglicht.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Vorhaben wurde unter realistischen organisatorischen, technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen durchgeführt. Grundlage bildeten bestehende Leitstellenlösungen sowie ein einsatzfähiges Drohnensystem. Regulatorisch war der Betrieb unbemannter Luftfahrtsysteme an die Einhaltung der europäischen und nationalen Vorgaben, insbesondere im Rahmen der Specific Operation Risk Assessment (SORA), gebunden.

Zudem wurde das Projekt in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie (Frequentis, Vodafone), Forschung (DLR) und BOS-Praxis (Berufsfeuerwehr Rostock) umgesetzt, wodurch praxisnahe Anforderungen und reale Einsatzbedingungen berücksichtigt werden konnten. Des Weiteren wurden Firmen wie skyzr GmbH und Dampf Consulting rekrutiert.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekt war in sechs aufeinander aufbauende Arbeitspakete gegliedert (siehe Tabelle 1). Nach Projektstart im Juni 2024 lag der Schwerpunkt zunächst auf Projektmanagement, Anforderungserhebung und Architekturdefinition. Darauf aufbauend erfolgte die technische Umsetzung zentraler Systemkomponenten sowie die Vorbereitung der regulatorischen Genehmigungsfähigkeit.

Im Jahr 2025 standen die Integration aller Komponenten, Systemtests sowie Validierungs- und Demonstrationsflüge unter realen Einsatzbedingungen im Fokus. Das Projekt wurde planmäßig durchgeführt, relevante Abweichungen vom ursprünglichen Zeit- oder Arbeitsplan traten nicht auf.

Tabelle 1 Übersicht der Arbeitspakete

Arbeitspakete (AP)	Name	Leitung	AP vollständig abgeschlossen
AP-Nr. 1	Projektmanagement	DLR	Ja
AP-Nr. 2	Anforderungskatalog	DLR	Ja
AP-Nr. 3	Architektur	DLR	Ja
AP-Nr. 4	Demonstrator	FRQ	Ja
AP-Nr. 5	Validierung	DLR	Ja
AP-Nr. 6	Verwertung und Kommunikation	DLR	Ja

Eine eingehende Darstellung der einzelnen Arbeitspakete erfolgt unter Punkt II.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Zum Projektbeginn existierten zwar einzelne technische Lösungen für Drohnenbetrieb, Leitstellensysteme und Risikobewertung, jedoch keine integrierten Gesamtsysteme, die eine durchgängige Bedienung und Überwachung von Drohneneinsätzen aus einer Leitstelle heraus ermöglichen. Insbesondere die dynamische Einbindung von Telemetrie-, Video- und Risikodaten in bestehende BOS-Leitstellensoftware stellte einen offenen Entwicklungsbedarf dar.

Vor Projektbeginn war es der Feuerwehr nicht möglich, vor Eintreffen am Einsatzort eine luftgestützte Lageübersicht zu erhalten. ADELE setzte hier an, indem bestehende Technologien weiterentwickelt, integriert und erstmals gemeinsam in einem operativen Gesamtsystem erprobt wurden. Das DLR stellte die Drohne samt Backend-System für Telemetrie- und Datenübertragung von der Drohne auf einen Server, wodurch diese Daten in weiteren Systemen genutzt werden konnten. Frequentis erweiterte ihre bestehende Leitstellen-Software „ASGARD“ um die Drohnenfunktionen, welche weiter unten detaillierter beschrieben werden, samt Einbindung des Livestreams. Vodafone stellte ein Tool zur statistischen Berechnung dynamischer Bevölkerungsdichte und ein Prognose-Tool, das Netzabdeckung und verfügbare Bandbreite entlang geplanter Flugrouten vorhersagt.

5. Kurzdarstellung der wichtigsten Vorhabenergebnisse

Im Projekt ADELE wurde ein integriertes System zur automatisierten Steuerung und Überwachung von Drohneneinsätzen aus einer Leitstellenumgebung heraus realisiert. Telemetriedaten, Kamerasteuerung und ein stabiler Livestream konnten erfolgreich in die Leitstellenoberfläche integriert werden. Zudem wurden Verfahren zur dynamischen Risikobewertung umgesetzt und ein vollständiges Operation Manual erstellt und bei der zuständigen Luftfahrtbehörde eingereicht.

Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist die weitgehende Automatisierung des gesamten Prozesses vom Notruf bis zum Drohnenflug. Die Funktionsfähigkeit des Systems wurde durch Test-, Validierungs- und Demonstrationsflüge unter realistischen Einsatzbedingungen nachgewiesen.

6. Nutzen und zukünftige Anwendungsmöglichkeiten der Vorhabenergebnisse

Die Projektergebnisse bieten ein hohes Anwendungspotenzial für BOS-Einsätze, insbesondere zur schnellen Lageerkundung und Unterstützung von Einsatzentscheidungen. Durch die Integration in bestehende Leitstellensysteme kann der Drohneneinsatz effizient und sicher in operative Abläufe eingebunden werden.

Perspektivisch ermöglichen die entwickelten Lösungen eine Übertragung auf weitere Einsatzszenarien sowie eine Skalierung auf andere Organisationen und Anwendungsbereiche.

II. Eingehende Darstellung

1. Erzielte Ergebnisse im Einzelnen

In den folgenden Abschnitten werden die erreichten Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete (AP) unter Berücksichtigung der vorgegebenen Ziele aus der Teilvorhabenbeschreibung erläutert.

In diesem Abschnitt (1.X) werden die im Projekt ADELE erzielten Ergebnisse entlang der definierten Arbeitspakete detailliert dargestellt und in ihrem technischen und organisatorischen Zusammenhang erläutert.

Der folgende Abschnitt (2.X) ordnet die erzielten Projektergebnisse in den Kontext der Ziele der Fördermaßnahme KoPa_45 ein und beschreibt den erwarteten Nutzen sowie die Verwertungs- und Anwendungsperspektiven nach Vorhabenende.

1.1 AP-Nr. 1 – Projektmanagement

Das Projektmanagement stellte die termingerechte Planung, Koordination und Durchführung aller Arbeitspakete sicher. Die Zusammenarbeit der beteiligten Partner erfolgte kontinuierlich und strukturiert. Der Projektverlauf entsprach den ursprünglichen Planungen, relevante Abweichungen traten nicht auf.

1.2 AP-Nr. 2 – Anforderungskatalog

In diesem Arbeitspaket wurden die fachlichen, technischen und regulatorischen Anforderungen an das ADELE-System erhoben und konsolidiert. Dabei wurden insbesondere Anforderungen aus dem BOS-Umfeld sowie Vorgaben zur sicheren und genehmigungsfähigen Durchführung von Drohneneinsätzen berücksichtigt.

Die detaillierten Anforderungen sind in den Dokumenten

- [E2.1] Gesetzlicher Anforderungskatalog
- [E2.2] Operationaler Anforderungskatalog
- [E2.3] Technischer, funktionaler Anforderungskatalog,
- [E2.4] Technischer, nicht-funktionaler Anforderungskatalog,

dokumentiert.

Die funktionalen und nicht-funktionalen technischen Anforderungen wurden in einem gemeinsamen Dokument [E2.3_E2.4] zusammengefasst.

Für den Demonstrator (AP4, s. u.) wurden ein

- [E2.5] Operatives Betriebskonzept, sowie ein
- [E2.6] Technisches Sicherheitskonzept

erstellt. Diese beiden Konzepte wurden aus inhaltlichen Gründen ebenfalls in einem Dokument [E2.5_E2.6] zusammengeführt.

1.3 AP-Nr. 3 – Architektur

Die Systemarchitektur von ADELE basiert auf einer klaren Rollen- und Komponentenaufteilung. Als zentrale Steuer- und Orchestrierungseinheit fungiert die Feuerwehr-Leitstelle, in der die Leitstellensoftware ASGARD betrieben wird. ASGARD übernimmt die führende Rolle („Master“) im Gesamtsystem und steuert sämtliche Prozessschritte vom Notruf bis zum Drohneneinsatz. Die Drohnenfunktionen wurden im Rahmen des Projekts gezielt als Erweiterung in ASGARD integriert.

Auf Seiten des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) kommen die Drohne selbst sowie ein zugehöriger Backend-Server zum Einsatz. Vodafone stellte externe Dienste zur Verfügung, darunter ein Tool zur statistischen Berechnung dynamischer Bevölkerungsdichte sowie ein Prognose-Tool zur Abschätzung von Netzabdeckung und verfügbarer Bandbreite entlang geplanter Flugrouten. Die Frequentis-Komponenten WebDirector und ASGARD bilden die technische Integrationsschicht zwischen Leitstelle, Drohnensystem und externen Diensten.

Die gesamte Kommunikation zwischen den Systemkomponenten erfolgt über Mobilfunk (LTE/5G).

Eine vollständige Beschreibung der Systemarchitektur und der definierten Schnittstellen ist in

- [E3.1] Architektur- und Schnittstellenbeschreibung

Dokumentiert.

Die verwendeten Datenmodelle und Austauschformate sind in

- [E3.2] Definierte Datenmodelle und Austauschformate

spezifiziert.

Die Beschreibung der Systemarchitektur und der definierten Schnittstellen, sowie die verwendeten Datenmodelle und Austauschformate wurden in einem gemeinsamen Dokument [E3.1_E3.2] zusammengefasst.

Die Systemarchitektur wurde gemeinsam definiert; die Integration der flugbetrieblichen Komponenten erfolgte durch das DLR.

1.4 AP-Nr. 4 - Demonstrator

Im Rahmen dieses Arbeitspakets wurden die technischen Kernfunktionen umgesetzt. Dazu zählten die Integration von Telemetriedaten der Drohne des DLR in den Frequentis WebDirector, die Umsetzung der Kamerasteuerung sowie die Realisierung eines stabilen Livestreams. Alle Funktionen wurden in die Frequentis-Software ASGARD integriert und als Demonstrator realisiert.

Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist die weitgehende Automatisierung des gesamten Prozesses vom Notruf bis zum Drohnenstart. Nach Eingang eines Notrufs (112) in der Leitstelle erfasst der Disponent die Einsatzdaten wie gewohnt im ASGARD-System. Auf Basis der übermittelten Position des Anrufers wird automatisch ein initialer Einsatzort definiert.

Anschließend wird eine risikooptimierte Flugroute berechnet. Hierbei fließen unter anderem regulatorische Vorgaben (Specific Operations Risk Assessment, SORA), bestehende Geo-Zonen sowie prognostizierte Netzabdeckung und verfügbare Bandbreite entlang der Route ein. Die notwendigen Prüfungen und Freigaben, einschließlich der luftverkehrsrechtlichen Aspekte, sind Bestandteil des automatisierten Prozesses. Das Ergebnis ist eine freigegebene, optimierte Flugroute, die automatisch auf die Drohne übertragen wird.

Nach dem automatischen Start fliegt die Drohne die vorgegebene Route ab und kann am Zielort in der Luft in einer stabilen Position verbleiben, um dem Einsatzleiter eine kontinuierliche Lagebeobachtung zu ermöglichen. Trotz des hohen Automatisierungsgrades bleibt jederzeit eine menschliche Kontrolle („Human-in-the-Loop“) erhalten. Der Flug kann unterbrochen, angepasst oder beendet werden.

Die Flugplattform einschließlich Backend-Infrastruktur wurde durch das DLR bereitgestellt und betrieben.

1.5 AP-Nr. 5 - Validierung

Die Validierung des ADELE-Systems erfolgte auf technischer, operativer und regulatorischer Ebene.

Technisch wurde überprüft, ob ein durchgehender Livestream sowie eine stabile Telemetrieübertragung während des gesamten Einsatzablaufs gewährleistet sind und ob die Kamerasteuerung durch den Einsatzleiter zuverlässig funktioniert.

Operativ wurde validiert, dass der automatisierte Ablauf vom Notruf bis zum Drohneneinsatz funktioniert und dass die Leitstelle jederzeit die volle Kontrolle über den Einsatz behält. Regulatorisch wurden ein vollständiges Operation Manual sowie die zugehörigen SORA-Unterlagen erstellt und beim Luftfahrt-Bundesamt eingereicht.

Bestimmte Funktionen wurden im Rahmen des Projekts bewusst nicht umgesetzt. Dazu zählen ein vollständig autonomer Betrieb ohne menschliche Kontrolle, die direkte Steuerung der Drohne durch Einsatzkräfte sowie der parallele Betrieb mehrerer Drohnen. Ebenso wurden Flüge über dicht besiedeltem Gebiet aufgrund der damit verbundenen hohen Risikoklasse (Specific Assurance Integrity Level, SAIL) nicht betrachtet. Der Einsatz eines Safety-Piloten war weiterhin Bestandteil des Betriebskonzepts. Dieser beobachtet die Drohne, wenn sie in Sichtweite ist und kann jederzeit die Steuerung übernehmen, falls dies notwendig sein sollte.

Die Durchführung der Flugtests erfolgte durch das DLR in enger Abstimmung mit den Projektpartnern.

Die konkrete Umsetzung der Validierung ist in

- [E5.1] Beschreibung der Validierungsumsetzung

beschrieben.

Die dokumentierten Validierungsergebnisse sind in

- [E5.2] Dokumentierte Validierungsergebnisse

zusammengefasst.

1.6 AP-Nr. 6 - Verwertung und Kommunikation

Die Projektergebnisse wurden im Rahmen verschiedener Kommunikations- und Verwertungsmaßnahmen vorgestellt. Hierzu zählten eine öffentlich begleitete Demonstration in Rostock sowie die Präsentation des Systems auf der PMRExpo 2025 in Köln. Dadurch wurde eine hohe Sichtbarkeit im BOS-Umfeld erreicht.

Die Demonstration in Rostock wurde in den folgenden Medien publiziert:

Tabelle 2 Medien-Publikation

Datum	Titel	Medium	Art	URL
Jan 2026	Luftaufklärung – Kundschafterdrohnen als Hilfe für Rettungseinsätze	drones-magazin.de	Print/ Onlinetext	https://www.drones-magazin.de/news/luftaufklaerung-fuer-rettungskraefte/
25.09.2025	Früher am Einsatzort: Drohne soll Rostocker Feuerwehr helfen	NDR.de	Print/ Onlinetext	https://www.ndr.de/nachrichten/mecklenburg-vorpommern/rostock/frueher-am-einsatzort-drohne-soll-rostocker-feuerwehr-helfen,mvregionrostock-1062.html
25.09.2025	Live-Bilder vom Einsatzort bevor Rettungskräfte eintreffen	cockpit.aero	Print/ Onlinetext	https://www.cockpit.aero/rubriken/detailseite/news/drohnen-liefern-live-bilder-vom-einsatzort-noch-vor-eintreffen-von-rettungskraeften
24.09.2025	5G-Drohnen unterstützen Rettungskräfte jetzt bei Einsätzen	Frequentis PM	Print/ Onlinetext	https://www.frequentis.com/sites/default/files/pr/2025-09/20250924-Frequentis-Vodafone-5G-Drones_DE.pdf
24.09.2025	Ob Waldbrand, Verkehrsunfall oder Naturkatastrophe – im Ernstfall zählt jede Sekunde.	DLR Linkedin	Social Media	https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7376576623871016960
24.09.2025	5G-Drohnen unterstützen Rettungskräfte jetzt bei Einsätzen	Frequentis PM	Print/ Onlinetext	https://www.frequentis.com/sites/default/files/pr/2025-09/20250924-Frequentis-Vodafone-5G-Drones_DE.pdf
24.09.2025	5G-Drohnen liefern Live-Bilder vom Einsatzort noch vor Eintreffen von Rettungskräften	DLR PM	Print/ Onlinetext	https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2025/5g-drohnen-liefern-live-bilder-vom-einsatzort-noch-vor-eintreffen-von-rettungskraeften
24.09.2025	Schneller als die Feuerwehr – Drohneneinsatz per Knopfdruck	ZEIT.de	Print/ Onlinetext	https://www.zeit.de/news/2025-09/24/schneller-als-die-feuerwehr-drohneneinsatz-per-knopfdruck
24.09.2025	Automatisierte Drohne sollen Feuerwehr bei Lagebild helfen	Borkener Zeitung	Print/ Onlinetext	https://www.borkenerzeitung.de/welt/in-ausland/panorama/Automatisierte-Drohne-sollen-Feuerwehr-bei-Lagebild-helfen-672499.html
24.09.2025	Rettung aus der Luft_ DLR Braunschweig testet Drohnensystem für Notfälle	regionalheute.de	Print/ Onlinetext	https://regionalheute.de/rettung-aus-der-luft-dlr-braunschweig-testet-drohnensystem-fuer-notfaelle-1758772803
24.09.2025	DLR koordiniert Drohnenprojekt ADELE für den Rettungseinsatz	Stadt Rostock PM	Print/ Onlinetext	https://rathaus.rostock.de/meldungen/369357
24.09.2025	Abgehoben bei Notruf: Drohnen revolutionieren Notfalleinsätze	Nordkurier.de	Print/ Onlinetext	https://www.nordkurier.de/regional/rostock/abgehoben-bei-notruf-drohnen-revolutionieren-notfalleinsaetze-3952684

24.09.2025	DLR, Vodafone, Frequentis und die Berufsfeuerwehr Rostock testen die Drohnenunterstützung bei Rettungseinsätzen	Stadt Rostock Twitter	Social Media	https://x.com/HROrathaus/status/1970803981879480485
24.09.2025	Faster help from above - 5G drones have been supporting emergency services in Germany!	Frequentis LinkedIn	Social Media	https://www.linkedin.com/posts/frequentis_utm-drones-droneinnovation-activity-7376557312586719233-otxv?utm_source=share&utm_medium=member_desktop&rcm=ACoAACp4714BzmcElczEssXNXAcM45Wak_ljFJO
24.09.2025	Einsatzhilfe aus der Luft - 5G-Drohnen unterstützen Rettungskräfte	Vodafone LinkedIn	Social Media	https://www.linkedin.com/posts/vodafone_5g-adele-mcx-activity-7376857724661440512-WOUB?utm_source=share&utm_medium=member_desktop&rcm=ACoAACp4714BzmcElczEssXNXAcM45Wak_ljFJO
24.09.2025	Sieben Minuten schneller: So helfen Drohnen der Feuerwehr	WAZ.de	Print/ Onlinetext	https://www.waz.de/wirtschaft/article410074429/sieben-minuten-schneller-so-helfen-drohnen-der-feuerwehr.html
24.09.2025	Rostocker Feuerwehr testet Rettungsdrohnen	Ostsee-Zeitung	Print/ Onlinetext	https://www.ostsee-zeitung.de/lokales/rostock/rostocker-feuerwehr-testet-rettungsdrohnen-mit-science-fiction-leben-retten-VCCJXTHZWVDY5OCN6FOCJ4ETRI.html
24.09.2025	5G-Drohnen unterstützen Rettungskräfte jetzt bei Einsätzen	drones-magazin.de	Print/ Onlinetext	https://www.drones-magazin.de/presse/5g-drohnen-unterstuetzen-rettungskraefte-jetzt-bei-einsaetzen
24.09.2025	Schnellere Reaktionszeit durch automatisierten Drohneneinsatz	skverlag.de	Print/ Onlinetext	https://www.skverlag.de/rettungsdienst/meldung/newsartikel/schnellere-reaktionszeit-durch-automatisierten-drohneneinsatz.html
24.09.2025	Rostocker Feuerwehr soll von Drohne unterstützt werden	NDR	Video	https://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/nordmagazin/rostocker-feuerwehr-soll-von-drohne-unterstuetzt-werden,nordmagazin-3392.html
24.09.2025	Schneller als die Feuerwehr – Drohneneinsatz per Knopfdruck	WELT.de	Print/ Onlinetext	https://www.welt.de/regionales/mecklenburg-vorpommern/article68d3746a4a958e24fe6bfee7/Schneller-als-die-Feuerwehr-Drohneneinsatz-per-Knopfdruck.html
24.09.2025	Einsatzhilfe aus der Luft / 5G-Drohnen unterstützen Rettungskräfte jetzt bei Einsätzen	Vodafone PM	Print/ Onlinetext	https://newsroom.vodafone.de/5g-drohnen-unterstuetzen-rettungskraefte-jetzt-bei-einsaetzen
08.09.2025	Luftgestützte Systeme: Reaktionsschnelle lokale Lagebilder in hoher räumlicher Auflösung	DLR.de	Print/ Onlinetext	https://www.dlr.de/de/forschung-und-transfer/themen/waldbraende-mit-hochtechnologie-bekaempfen/luftgestuetzte-systeme-reaktionsschnelle-lokale-lagebilder

2. Beitrag zu den Zielen der Fördermaßnahme, voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

Das Vorhaben ADELE leistete einen direkten Beitrag zu den Zielen der Fördermaßnahme KoPa_45, indem es die praxisnahe Erprobung und Integration innovativer Technologien zur Unterstützung von Einsatzkräften im BOS-Umfeld ermöglichte. Ziel der Maßnahme ist es, kooperative Plattformen und Systeme zu entwickeln, die den operativen Einsatz moderner Technologien in sicherheitsrelevanten Anwendungsfeldern fördern. ADELE adressierte dieses Ziel durch die Entwicklung und Validierung eines integrierten Systems für den automatisierten Drohneneinsatz aus der Leitstelle heraus.

Die im Vorhaben erzielten Ergebnisse zeigen konkrete Anwendungsmöglichkeiten für BOS, insbesondere zur Lageerkundung und Einsatzunterstützung. Die beteiligten Organisationen nahmen die Projektergebnisse positiv auf, insbesondere im Rahmen der gemeinsamen Tests, Validierungsflüge und Demonstrationen. Die Einbindung der Berufsfeuerwehr Rostock ermöglichte eine unmittelbare fachliche Rückmeldung aus der Praxis, die in die Weiterentwicklung des Demonstrators einfluss.

Ein operativer Einsatz der Ergebnisse erfolgte im Rahmen von Demonstrations- und Validierungsflügen. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse im fachlichen Austausch mit BOS-Anwendern sowie im Rahmen von Präsentationen und Messeauftritten vorgestellt. Der Zugang zu den Ergebnissen liegt derzeit bei den beteiligten Projektpartnern. Rückmeldungen aus dem BOS-Umfeld bestätigten insbesondere den Mehrwert der integrierten Leitstellenbedienung und der verbesserten Risikobewertung.

Eine Weiterführung und Erweiterung des Demonstrators nach Vorhabenende ist grundsätzlich vorgesehen, insbesondere im Hinblick auf eine Überführung in produktive Systeme und die Anpassung an weitere Einsatzszenarien.

Tabelle 3 Verwertungsplan

Vorhabenergebnisse und ihre Verwertung	... aktuell	... voraussichtlich innerhalb der nächsten zwei Jahre
Schutzrechte: z.B. Patente, Lizenzen, Vergabe von Lizenzen an Dritte	Keine	Lizenz für Software auf Drohne an Dritte
Beiträge für die Standardisierung, z. B. 3GPP	Keine	Keine
Produkte: z.B. Komponentenverbesserung, Erweiterung des Produktportfolios mit neuen oder verbesserten Produkten	Keine	Keine
Technologie: z.B. verbesserter Fertigungsprozess, Messverfahren... Verfahren bei der Fertigung von Produkten bzw. Erstellung von Dienstleistungen	Keine	Keine
Dienstleistungen: z.B. erweiterte Beratungs- und Zuliefermöglichkeiten... Neue oder verbesserte Dienstleistungen	Keine	Keine
Know-how Transfer: z.B. in interdisziplinäre Bereiche, Anschlussfähigkeit an weitere Forschungs- und Entwicklungsvorhaben	Übergang in Anschlussprojekt	Keine
Wissenstransfer: z.B. durch Verbesserung von Forschung und Lehre, Veröffentlichungen	Keine	Keine
Netzwerk und Ökosystem: z.B. Teilnahme an Veranstaltungen	PMRExpo 2025	Messen und andere Veranstaltungen

2.1 Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Vorhabenende

Die im Projekt entwickelten Lösungen bieten funktionale Vorteile gegenüber bestehenden Einzellösungen, da sie eine durchgängige Integration von Drohnentechnik, Leitstellensoftware und Risikobewertung ermöglichen. Insbesondere die direkte Einbindung in bestehende Leitstellenplattformen stellt einen Mehrwert dar, da keine separaten Systeme oder Medienbrüche (z. B. Wechsel zwischen unterschiedlichen Bedienoberflächen, Endgeräten oder Anwendungen) erforderlich sind.

Wirtschaftliche Potenziale ergeben sich vor allem durch die Nutzung der Projektergebnisse im BOS-Markt in Deutschland. Anwendergruppen umfassen insbesondere Feuerwehren, Katastrophenschutzbehörden und weitere sicherheitsrelevante Organisationen. Eine Umsetzung und ein Transfer der Ergebnisse können über die Integration in bestehende Produkte und Dienstleistungen der beteiligten Industriepartner erfolgen.

Der zeitliche Horizont für eine weitergehende Nutzung liegt im kurz- bis mittelfristigen Bereich nach Projektende. Perspektivisch könnten die Ergebnisse auch in anderen sicherheitskritischen Anwendungsfeldern eingesetzt werden. Mögliche Hürden ergeben sich insbesondere aus regulatorischen Anforderungen, organisationsspezifischen Anpassungen sowie dem Aufwand für die operative Einführung in bestehende Strukturen.

2.2 Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Vorhabenende

Die im Projekt erzielten Ergebnisse können über den unmittelbaren Projektkontext hinaus genutzt werden, beispielsweise als Grundlage für weitere Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im Bereich des sicheren und integrierten Drohneneinsatzes. Technisch bieten die entwickelten Konzepte und Architekturen Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung leitstellenbasierter Systeme, insbesondere im Hinblick auf Automatisierung, Skalierbarkeit und Interoperabilität.

Darüber hinaus bestehen Nutzungsmöglichkeiten im Rahmen öffentlicher Aufgaben, etwa zur Weiterentwicklung von Einsatzkonzepten, Schulungen oder Demonstratoren. Die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern aus Industrie, Forschung und BOS hat sich als tragfähig erwiesen und bietet eine belastbare Basis für zukünftige Kooperationen. Weitere gemeinsame Aktivitäten sind grundsätzlich denkbar, etwa im Rahmen ergänzender Projekte oder Pilotanwendungen. Der zeitliche Horizont hierfür liegt im mittelfristigen Bereich.

Vor Projektbeginn war es der Feuerwehr nicht möglich, vor Eintreffen am Einsatzort eine luftgestützte Lageübersicht zu erhalten. Die Drohne konnte ausschließlich über eine separate Bodenstation des DLR betrieben werden, und die Planung von Flugrouten erfolgte manuell auf Basis statischer Vorgaben. Im Projekt ADELE wurden erstmals Funktionen von Vodafone, DLR und Frequentis zu einem integrierten, automatisierten Gesamtsystem zusammengeführt, das den leitstellenbasierten Drohneneinsatz in Echtzeit ermöglicht.

2.3 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Aus dem Vorhaben ergeben sich Ansatzpunkte für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Dazu zählen insbesondere die Erweiterung des Demonstrators um zusätzliche Automatisierungsfunktionen, die Integration weiterer Datenquellen sowie die Anpassung an unterschiedliche regulatorische Rahmenbedingungen und Einsatzszenarien.

Neben den geplanten Forschungsinhalten wurden auch neue Erkenntnisse gewonnen, die über den ursprünglichen Projektfokus hinausgehen. Hierzu zählen insbesondere Erfahrungen bei der Integration heterogener Systeme sowie bei der praktischen Umsetzung regulatorischer Anforderungen in operativen Anwendungen. Diese Erkenntnisse können in zukünftige Projekte einfließen und tragen zur erfolgreichen Weiterentwicklung vergleichbarer Vorhaben bei.

III. Anlagen

1. Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Rahmen des Vorhabens wurden die Fördermittel überwiegend für Personalaufwendungen eingesetzt. Mit den Mitteln wurden projektbezogen Mitarbeitende beschäftigt, die für Konzeption, Entwicklung, Integration, Tests sowie Dokumentation des ADELE-Systems verantwortlich waren.

Darüber hinaus wurden mit den Fördermitteln technische Beschaffungen vorgenommen, die für die Durchführung des Vorhabens erforderlich waren. Hierzu zählten insbesondere Komponenten zur Systemintegration, Test- und Demonstrationsumgebungen sowie projektbezogene Software- und Hardwareausstattung.

Die Fördermittel waren notwendig, da die im Projekt durchgeführten Arbeiten einen erheblichen zusätzlichen Entwicklungs-, Integrations- und Koordinationsaufwand erforderten, der über die Möglichkeiten der Regelorganisation hinausging. Insbesondere die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit externen Partnern, die Durchführung von Validierungs- und Demonstrationsflügen sowie die regulatorische Vorbereitung machten eine eigenständige Projektfinanzierung erforderlich.

2. Zusammenarbeit und Projektmanagement

	Innerhalb des Konsortiums?	Mit der BDBOS?	Mit VDI/VDE?
Wie wurde die Zusammenarbeit erlebt...	Sehr konstruktiv und vertrauensvoll	Unterstützend und verlässlich	Sachlich interessiert und fachlich begleitet
Was war positiv an der Zusammenarbeit?	Hohes gegenseitiges Vertrauen und enge, unterstützende Zusammenarbeit	Zeitnahe, klare und zielführende Rückmeldungen	Fachlicher Austausch, insbesondere im Rahmen projektübergreifender Workshops
Was könnte verbessert werden?	Kein Verbesserungsbedarf identifiziert	Stärkere inhaltliche Begleitung über formale Prüfprozesse hinaus	Höhere Sichtbarkeit der Aktivitäten und stärkere Präsenz in der Projektbegleitung
Worin bestanden Herausforderungen?	Initiale Priorisierung der Arbeitsschritte zu Projektbeginn	Teilweise formale Abstimmungsprozesse	Keine relevanten Herausforderungen

3. Übersicht der Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. Dazu zählten insbesondere die öffentlich begleitete Demonstration des ADELE-Systems in Rostock im September 2025 sowie die Präsentation und Ausstellung des Projekts auf der PMRExpO 2025 in Köln. Darüber hinaus erfolgte eine fachliche Vorstellung der Projektergebnisse im Rahmen von Presse- und Informationsformaten.

Weitere Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit über das Vorhabenende hinaus sind derzeit nicht konkret geplant, eine zukünftige Nutzung der Ergebnisse im Rahmen von Fachveranstaltungen oder Demonstrationen ist jedoch grundsätzlich möglich.

4. Übersicht der Schutzrechtsanmeldungen

Im Rahmen des Vorhabens wurden keine Schutzrechte angemeldet.

5. Literaturverzeichnis

- [1] Gesamtvorhabensbeschreibung ADELE, Projektlaufzeit 06/2024–11/2025, interne Projektunterlage.
- [2] Zwischenbericht ADELE 2024, Projektnummer KoPa_45, interne Projektunterlage.
- [3] Abschlussnahe Projektberichte und technische Dokumentationen der Projektpartner (DLR, Frequentis, Vodafone), interne Unterlagen.
- [4] EASA: Guidelines on the Specific Operations Risk Assessment (SORA), aktuelle Fassung.
- [5] Luftfahrt-Bundesamt (LBA): Nationale Vorgaben und Hinweise zum Betrieb unbemannter Luftfahrtsysteme in der Specific Category.

5.1 Projekt-interne Berichte:

- [E2.1] Gesetzlicher Anforderungskatalog, v1.0
- [E2.2] Operationaler Anforderungskatalog, v1.0
- [E2.3] Technischer, funktionaler Anforderungskatalog, v1.0
- [E2.4] Technischer Nicht-funktionaler Anforderungskatalog, v1.0
- [E2.5] Operatives Betriebskonzept, v1.0
- [E2.6] Technisches Sicherheitskonzept, v1.0
- [E3.1] Architektur- und Schnittstellenbeschreibung, v0.3
- [E3.2] Definierte Datenmodelle und Austauschformate, v0.3
- [E5.1] Beschreibung der Validierungsumsetzung, v1.0
- [E5.2] Dokumentierte Validierungsergebnisse, v0.2

Die ursprünglich getrennt geplanten Dokumente E2.3 und E2.4, E3.1 und E3.2 sowie E2.5 und E2.6 wurden jeweils in konsolidierten Dokumenten zusammengeführt.