





## Inhaltsverzeichnis

1	Formelzeichen und Abkürzungen .....	5
2	Kurze Darstellung .....	7
2.1	Aufgabenstellung .....	7
2.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	8
2.3	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	8
2.4	Wissenschaftlich/technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	8
2.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	9
3	Eingehende Darstellung .....	10
3.1	AP 4.2.1: Konzeptentwicklung und Versuchsanlagenbau.....	11
3.2	AP 4.2.2: Software und Simulation.....	11
3.3	AP 4.2.3: Erprobung .....	12
3.4	AP 4.2.4: Anwender Use-Cases.....	13
4	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen.....	14
5	Bekannter zeitgleicher Fortschritt anderer Stellen.....	14
6	Erfolge und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse.....	15

## Anforderungen an den Schlussbericht

Als Teil des Verwendungsnachweises ist – neben dem zahlenmäßigen Nachweis – ein fachlicher Schlussbericht zu erstellen. In dem Schlussbericht sind laut „Hinweisblatt: Schlussbericht zum Teilvorhaben“ des VDI/VDE folgende Punkte so zu erläutern, dass sich der Zuwendungsgeber ein umfassendes Urteil über das Vorhaben bilden kann:

### 1. Kurze Darstellung zu

- Aufgabenstellung,
- Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde,
- Planung und Ablauf des Vorhabens,
- wissenschaftlichem und technischem Stand, an den angeknüpft wurde, insbesondere
- Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden,
- Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste.
- Zusammenarbeit mit anderen Stellen.

### 2. Eingehende Darstellung

- des erzielten Ergebnisses,
- des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses und der Erfahrungen,
- des während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen,
- der erfolgten oder geplanten Veröffentlichung des Ergebnisses.

Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des Zuwendungsempfängers oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z.B. zur Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der Zuwendungsempfänger ausdrücklich darauf hinzuweisen.

## 1 Formelzeichen und Abkürzungen

Nachfolgend sind die Bezeichnungen der in diesem Bericht verwendeten Formelzeichen und Symbole nach Kategorien geordnet und mit Einheiten und gegebenenfalls Werten aufgeführt.

### Variablen

Name	Wert / Einheit	Bezeichnung
A	[N]	Auftriebskraft
$A_s$	[m <sup>2</sup> ]	projizierte Fläche
a	[m/s <sup>2</sup> ]	Beschleunigung
$\bar{a}$	[m/s <sup>2</sup> ]	mittlere Beschleunigung
E	[J]	Energie
F	[N]	Kraft
G	[N]	Gewichtskraft
h	[m]	Höhe
J	[kgm <sup>2</sup> ]	axiales Massenträgheitsmoment
L	[m]	Länge
M	[Nm]	Moment
m	[kg]	Masse
N	[-]	Lastvielfaches
r	[m]	Radius
S	[N]	Schub
s	[m]	Weg
T	[K]	Temperatur
t	[s]	Zeit
u(t)	[var.]	Einganggröße
v	[m/s]	Geschwindigkeit
W	[N]	Luftwiderstandskraft
y(t)	[var.]	Ausgangsgröße
$\eta$	[-]	Wirkungsgrad
$\omega$	[rad/s]	Winkelgeschwindigkeit

### Konstanten

Name	Wert / Einheit	Bezeichnung
$\pi$	3,1416 [-]	Kreiszahl
g	9,81 [m/s <sup>2</sup> ]	Erdbeschleunigung
$\rho$	1,2256 [kg/m <sup>3</sup> ]	Luftdichte in Meereshöhe, 15°C und 1013,25 hPa (ISA)

**Abkürzungen**

<b>Name</b>	<b>Bezeichnung</b>
AP	Arbeitspaket
EASA	European Aviation Safety Agency
FEA	Finite-Elemente-Analyse
GroLaS	Ground-based Landing Gear System, Bodenfahrwerkskonzept von mb+Partner
HAP	Haupt-Arbeitspaket
HAS	Hanseatic Aviation Solutions
HMI	Human Machine Interface
LBA	Luftfahrt Bundesamt
LFZ	Luftfahrzeug
LAG	Leichtwerk AG
MTOW	Maximum Take Off Weight - maximal zulässiges Abfluggewicht
MBP	mb+Partner (Ingenieure Marquardt & Binnebesel, Partnerschaft mbB)
NWG	Nordwig Werkzeugbau GmbH
RWTH	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
THL	Technische Hochschule Lübeck
TUHH	Technische Universität Hamburg
UAV	Unmanned Air Vehicle – unbemanntes Luftfahrzeug
VCU	Vehicle Control Unit

## 2 Kurze Darstellung

Mit dem Teilprojekt 5G-TELK-NF-MBP sollten die Voraussetzungen für ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal der Start- und Landeanlage REALISE (<https://REALISE.aero>) von mb+Partner (<https://mbptech.de>) für leistungsfähige Starrflügeldrohnen geschaffen werden: der dezentrale, automatische und personenfreie, an das REALISE-System gekoppelte UAV-Betrieb mit Fernanbindung an eine zentrale Leitstelle, bei dem die spezifischen Vorteile des 5G-Mobilfunkstandards ausgenutzt werden. Mit dieser Systemkombination ist es einerseits möglich, zu wesentlich geringeren Kosten Befliegungsleistungen zu erbringen. Andererseits wird die Reaktionsfähigkeit bei aktuellen Ereignissen (z. B. Unfall auf der Autobahn, Brand, Person in Seenot etc.) erhöht. Beide Maßnahmen werden eine Vielzahl neuer Anwendungen hervorbringen, welches der kommerziellen Verwertungsbreite ziviler UAV, und damit auch MBP als Rechteinhaber, zugutekommt.

### 2.1 Aufgabenstellung

Die übergeordneten Projektergebnisse sollen als Vorbereitung von Projekten für die Erprobung und Erforschung anwenderbasierter Lösungen unter realen Bedingungen dienen. Im Fokus stehen Anwendungen u. a. in den Bereichen Energie, Gesundheit, Industrie 4.0, Verkehr, Landwirtschaft sowie im Logistikbereich. Dabei sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- Aufzeigen neuartiger Geschäftsmodelle und Anwendungen,
- effiziente Integration bestehender Kommunikationsnetze,
- Hebung von Synergieeffekten,
- Einbindung von Anwendern aus den Bereichen Gewerbe, Industrie, öffentlicher Sektor sowie private Konsumenten,
- effiziente und nachhaltige Nutzung von Ressourcen.

Ergänzend sollen die Konzepte ausgewählte Städte dabei unterstützen, frühzeitig privatwirtschaftliche 5GMobilfunkinfrastrukturen aufzubauen und somit Vorreiter für 5G-Konnektivität im urbanen Raum zu werden. Damit wird das Ziel verfolgt, in den 5G-Pionierregionen konkrete Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu unterstützen, mit denen die Potenziale des 5G-Mobilfunks anschaulich und praxisnah entwickelt, erprobt und demonstriert werden können.

Die Motivation und Ziele für das Teilvorhaben von mb+Partner waren insbesondere:

- Ausnutzung der niedrigen Latenz und der hohen Bitraten des 5G-Standards für Überwachung und Betrieb des Start- und Landesystems REALISE aus der Ferne
- Ermöglichung von 24/7-Bereitschaft ohne Personal vor Ort
- Nutzung des 5G-Standards für die lokale Kommunikation zwischen REALISE und UAV

Die Herausforderungen die vor und während des Projekts gelöst werden mussten waren:

- Erstmalige Darstellung eines personenfreien Fernbetriebs unter Berücksichtigung rechtlicher Fragen entwickeln
- Entwicklung von Automatisierungslösungen und zugehöriger Human-Machine-Interfaces, welche für den Fernbetrieb / den Leitstand geeignet sind
- Erhöhung der Robustheit bzw. Zuverlässigkeit der Systemkomponenten, vor allem im Hinblick auf die Erfassung aller möglichen Fehlerfälle

Das Lösungskonzept beinhaltet insbesondere:

- Entwicklung eines Gesamtkonzepts sowie Auf- bzw. Umbau der Versuchsanlagen
- Adaption von REALISE-System und Drohne für erhöhte Automatisierung, Diagnostik & Sensorik, Sicherung, Regelungstechnik sowie Einbindung des 5G-Standards
- Aufbau eines Hangars sowie Feldversuche zum Test der eigenen Starrflügeldrohne und (zumindest geplante) Umsetzung von Anwender-Use-Cases

Für die übergeordneten Ziele des 5G-TELK-NF-Projektes sei auf den Endbericht des Projektkoordinators EurA AG verwiesen. Die für das Teilvorhaben von mb+Partner spezifischen Ziele sind im Folgenden genannt. Auf die Erreichung dieser Ziele und die dazu im Projekt getätigten F&E-Arbeiten wird im folgenden Kapitel 3 *Eingehende Darstellung* näher eingegangen.

## **2.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde**

- Insolvenz des ursprünglichen Projektpartners IBEO mit anschließendem Ausschreibungsprozess für Nachfolgersuche
- Zeitliche Verzögerungen im Aufbau und der Bereitstellung des Hangars und der Campusnetze
- Allg. Lieferverzug durch Corona-Wirtschaftsfolgen für benötigte Anschaffungen
- Ungenügende Verfügbarkeit von Hardware durch Stand-der-Technik bei Projektstart

## **2.3 Planung und Ablauf des Vorhabens**

Das Teilvorhaben wurde entsprechend des durch die Gesamtvorhabenbeschreibung vorgegebenen Arbeitsplans geplant und durchgeführt. Zeitliche Verzögerungen und inhaltliche Anpassungen konnten jeweils in Absprache mit Projektträger, Konsortialführer und/oder den Projektpartnern aufgeholt bzw. umgesetzt werden.

## **2.4 Wissenschaftlich/technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Der wissenschaftlich/technische Stand, an den bei MBP angeknüpft wurde, ist in die Kategorien Bodensystem, Drohne sowie Software & Kommunikation einzuordnen. Das Bodensystem bzw. REALISE-System lag in der Form vor, die im gleichnamigen Projekt erreicht wurde. Die Verbesserungen hinsichtlich Antriebs- und Energiesystem, Steuerung, Regelung, etc., die in 5G-TELK-NF umgesetzt wurden, waren unumgänglich, um das Projekt zum Erfolg zu führen. Das Drohnensystem war bis zu Beginn des Projekts zwar funktionsfähig, jedoch nie mit einer 5G-Schnittstelle ausgerüstet worden, fertige Lösungen lagen dazu nicht vor. Die auf dem Schlitten und der Drohne laufende Software zur Steuerung des Landeverfahrens lag noch nicht vor und wurde erst im Projekt entwickelt. Als Kommunikationsschnittstelle zwischen Drohne und Schlitten zur Übertragung der Positionsdaten wurden vor Projektbeginn Radiomodems eingesetzt, welche nur eine begrenzte Reichweite liefern.

## 2.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Folgende Partner waren in dem Projekt bzw. an dem Netzwerk beteiligt:

- Leichtwerk AG (LAG)
- Breitbandnetz GmbH & Co. KG
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- EurA AG, Ellwangen/ Enge-Sande
- GreenTEC Campus GmbH, Enge-Sande
- HankeKonsek Ingenieurbüro, Braunschweig
- Hanseatic Aviation Solutions GmbH, Bremen (HAS)
- Ibeo Automotive Systems GmbH, Hamburg
- FKA GmbH, Aachen (FKA)
- mb+Partner (MBP)
- Kraftfahrt-Bundesamt (KBA)
- OffTEC GmbH
- RWTH Aachen University (RWTH)
- Technische Hochschule Lübeck (THL)
- Universität zu Lübeck
- TÜV Rheinland (TÜV)

### 3 Eingehende Darstellung

MBP war an den folgenden AP beteiligt:

- AP 1.1 Anforderungsanalyse 5G-Netz
- AP 2.1 Anforderung an Infrastruktur außerhalb des 5G-Netzes
- AP 2.7 Risikoanalyse
- AP 4.1 Leitstelle AVF und UAV
- AP 4.2 Bereitstellung Automatisches Start- und Landesystem**
- AP 4.3 Anwendungsfälle Drehflügler (Inspektionen)
- AP 4.4 Anwendungsfälle Starrflügler (Waldbrandbekämpfung)

Da MBP hauptsächlich an AP 4.2 beteiligt war und bei den anderen AP lediglich unterstützend mitwirkte, fokussiert dieser Schlussbericht auf die Teilarbeitspakete von AP 4.2 und integriert die wesentlichen, sonst erbrachten Leistungen in die Beschreibung dieser Teilarbeitspakete in den entsprechenden Abschnitten (z. B. Beschreibungen von AP 4.3 und 4.4 in AP 4.2.4).

#### AP 4.2.1 Konzeptentwicklung & Versuchsanlagenbau

- Anforderungen/Spezifikationen
- Sicherungsmaßnahmen für 5G-Fernbetrieb
- Industrie 4.0 taugliche Systeme/Sensorik

#### AP 4.2.2 Software & Simulation

- Simulation
- Systemautomation & Leitstand
- Fernbetrieb und Fernwartung

#### AP 4.2.3 Erprobung

- Laborversuche
- Außenflugversuch

#### AP 4.2.4 Anwender Use-Cases

- Vorbereitungen zur Zertifizierung/Zulassung
- Umsetzung ausgewählter Use-Cases
- Analyse und Bewertung

### 3.1 AP 4.2.1: Konzeptentwicklung und Versuchsanlagenbau

- Anforderungen & Spezifikationen
  - Anforderungs- und Sicherheitsanalyse für einen personenfreien Fernbetrieb
  - Aufnahme von Kundenanforderungen
  - Formulieren des Lastenheftes zu funktionalen Anforderungen
  - Ableiten und Ermitteln von Systemspezifikationen auf Subsystem-, Einheiten- und Komponentenebene
  - **Fazit:** Anforderungen und resultierende Spezifikationen wurden mit den relevanten Projektpartnern und Stakeholdern abgestimmt.
- Sicherungsmaßnahmen für 5G-Fernbetrieb
  - Umsetzen der aus einem TÜV-Bericht für einen Fernbetrieb resultierenden Sicherheitsanforderungen
  - **Fazit:** Die Maßnahmen für einen sicheren 5G-Fernbetrieb wurden erfolgreich umgesetzt. Dazu gehörte insbesondere auch die Ausstattung des Hangars mit Überwachungstechnik (Kameras, Wetterstation, 5G-Kommunikation).
- Industrie 4.0 taugliche Systeme/Sensorik
  - Umrüstung der bestehenden Versuchsanlage auf Industrie 4.0-taugliche Systemkomponenten zum Erhöhen der Zugriffs- und Diagnostiefe aus dem Fernbetrieb (z. B. neue VCU, I/O-Module, 5G-Router, Motorregler, Bremsaktoren, 5G-Notaus etc.)
  - **Fazit:** Die REALISE-Versuchsanlage wurde so umgerüstet, dass sie für einen Fernbetrieb einsetzbar ist. Dazu gehörte insbesondere die Möglichkeit zur Ferndiagnose per VCU, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können. Weiterhin wurden alle Komponenten für die 5G-Kommunikation eingerüstet und getestet. Aufgrund der erhöhten Anforderungen bzgl. Geschwindigkeit und Dynamik des REALISE-Schlittens wurden ein verbessertes Energiesystem und leistungsstärkere Motoren verbaut.

### 3.2 AP 4.2.2: Software und Simulation

- Simulation
  - Überführung der durch die Umrüstung veränderten Systemdynamik in ein mathematisches Modell der Regelstrecke; dazu Bereitstellung der folgenden Module: Struktur-, Antriebs-, schlittenseitiges Sensor-, Energiesystem-, Steuerungs- und Störungsmodul
  - Simulationsbasierte Reglerauslegung und Optimierung für die "Anfahrtsregelung, den Haupt-, Quer-, und Azimutantrieb sowie des Start-, Brems- und Positionsvorgabereglers"
  - **Fazit:** Eine Gesamtsystemsimulation wurde unter Berücksichtigung der wesentlich weiterentwickelten Versuchsanordnung des REALISE-Systems aufgebaut. Die auf diese Weise modellierte Versuchsanlage war damit in der Lage, das dynamische Systemverhalten möglichst realitätsnah abzubilden. Auf dieser Basis wurden mit dem Simulationsmodell die Regler, die Betriebsmodi sowie das Rendezvousmodul auf Basis des Softwaremodells weiterentwickelt und getestet.

- Systemautomation & Leitstand
  - Entwicklung der für einen Fernbetrieb erforderlichen Automatikfunktionen (z.B. Inspektion, Initialisierung, Start, Landung, Batterieladung, Homing)
  - Entwicklung einer für den Fernbetrieb geeigneten HMI zur Integration in den Leitstand
  - **Fazit:** Die Automatikfunktionen und Betriebsmodiverwaltung des REALISE-Systems wurden im Hinblick auf den Fernbetrieb aufgesetzt. Für die Landung der Drohne wurde ein innovatives Landeverfahren entwickelt, welches automatisch bei Synchronisierung mit dem Schlitten eine Landung auslöst. Für Diagnose und Überwachung des Bodensystems wurde ein Human Machine Interface aufgesetzt.
- Fernbetrieb und Fernwartung
  - Softwaretechnische Umsetzung eines sicheren 5G-Fernbetriebes sowie einer Ferndiagnose als Voraussetzung für die Fernwartung (inkl. Fehlermanagement und Health-Monitoring)
  - **Fazit:** Gemäß des unter Anforderungen & Spezifikationen beschriebenen Signalaustausches zwischen REALISE-System und Leitstand für einen personenfreien Fernbetrieb wurde die Auswertung der einzelnen Telegramme innerhalb der Entwicklungsumgebung programmiert und die so empfangenen Signale und Daten innerhalb der Systemautomation weitergeleitet und umgesetzt. Handshakes bzw. Signalaustausche zwischen REALISE-System und Leitstand wurden definiert und getestet. Weiterhin wurde eine HMI für die erweiterte Fernwartung und Ferndiagnose aufgesetzt. Der Fernbetrieb des REALISE-Systems vom Leitstand wurde erfolgreich getestet.

### 3.3 AP 4.2.3: Erprobung

- Laborversuche
  - Laborversuche auf
    - Komponenten- (Funktions- und Strukturtests),
    - Einheiten- (Prüfstandstests) und
    - Subsystemebene (Hallentests) angelehnt an das Vorgehensmodell XT-Bund inkl. iterative Anlagenoptimierung
  - **Fazit:** Im Rahmen der Laborversuche wurden schlittenseitig die Hauptantriebe, Bremssystem und Sensorik zur UAV-Ortung erfolgreich getestet.
- Außenflugversuch
  - Organisation und Durchführung von Außenflugversuchen mit dem integrierten Gesamtsystem inkl. iterative Anlagenoptimierung der Herstellung der Funktionsbereitschaft für die Anwender Use-Cases
  - **Fazit:** Auf Seiten der von MBP eingesetzten Drohne wurde das Flugverhalten getestet, Datenempfangstests während des Flugs durchgeführt, und Überflüge des Systems unter Aufzeichnung der Relativsensordaten durchgeführt. Weiterhin wurden Aufbau von Hangar und Schienensystem in Leck begleitet und die Einrüstung des Hangars vorgenommen. Das Gesamtsystem aus Hangar, Schlitten und Drohne wurde erfolgreich getestet.

### 3.4 AP 4.2.4: Anwender Use-Cases

- Vorbereitungen zur Zertifizierung/Zulassung
  - Erweiterung des Handbuchs um den Fernbetrieb
  - Mitwirken beim Anfertigen von Sicherheitsanalysen (SORA) und beim Einholen von Genehmigungen
  - Audit durch den TÜV zur Verifikation der erfolgreichen Umsetzung der Sicherheitsmaßnahmen für einen 5G-Fernbetrieb
  - **Fazit:** Das Handbuch für die Bedienung des REALISE-Systems wurde für den Fernbetrieb erweitert. In diesem Zuge wurde die Kommunikation mit dem Leitstand spezifiziert (Stichworte UXA-Adapter, Watchdog-Signal, automatischer Not-Halt, Signalaustausch, ...). Weiterhin wurde die Kommunikation zwischen den Betriebsteilnehmern unter Berücksichtigung der vom TÜV abgegebenen Empfehlungen spezifiziert. MBP hat weiterhin eine BVLOS-Genehmigung erwirkt, welche den Einsatz von Hangar und Schienensystem beinhaltet. Ein TÜV-Audit zur Verifikation der Sicherheitsmaßnahmen für den 5G-Fernbetrieb fand statt.
- Umsetzung ausgewählter Use-Cases
  - Spezifische Vorbereitungen auf die Umsetzung der ausgewählten Use-Cases (Einstellung von Performancedaten, Kommunikationsschnittstellen, mechanische UAV-Schnittstelle, Funkverträglichkeitstests, ggfs. anwenderspezifische HMI etc.)
  - **Fazit:** Im Rahmen ausgewählter Use-Cases (KFZ-Unfallszenario, Waldbrand-szenario) wurde die gesamte Prozesskette (Start vom REALISE-System, Missionsdurchführung, Landung auf REALISE-System) mit der Versuchsdrohne von MBP dargestellt. Die Steuerung von Schlitten und Drohne fand dabei vom Leitstand aus statt. Funkverträglichkeitstests wurden durchgeführt.
- Analyse und Bewertung
  - Auswertung und Analyse der Flugversuche und der aufgezeichneten Daten
  - Abgleich Anforderungen/Umsetzung und Bewertung
  - "Lessons learned" und Ableiten von konkreten Optimierung-/Verbesserungsvorschlägen
  - **Fazit:** Die Flugversuche und zugehörige Daten wurden laufend während der Projektlaufzeit ausgewertet und analysiert. Es fand dadurch eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Gesamtsystems aus Schlitten und Drohne statt. Eine Bewertung der Umsetzung der Anforderungen sowie des Gesamtprojekts fanden statt.

## **4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erfahrungen**

Der Markt für unbemannte Luftfahrzeuge soll mit einer hohen durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate auf über mehrere Milliarden Dollar wachsen, siehe auch [DRO18]. Die prognostizierte Entwicklung zeigt deutlich, dass im Falle positiver Ergebnisse die mittel- und langfristigen wirtschaftlichen Erfolgsaussichten sehr hoch einzustufen sind. Bei den Zielen des Vorhabens handelt es sich um die Entwicklung grundlegender Konzepte und Technologien. Daher wird nicht angenommen, dass eine kurzfristige Verwertung in Form von Produkten oder Dienstleistungen möglich sein wird. Mittelfristig wird angestrebt, die Ergebnisse des Vorhabens für die Integration von Starrflügeldrohnen im 5G-Kommunikationsnetz zu verwerten, sobald diese übertragbar sind.

Die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Vorhabenergebnisse sind zum Einen der Ausbau der Automatisierung des Starrflügeldrohnenbetriebes sowie zum Anderen der Übergang von einer bisher überwiegend wissenschaftlich-/technischen Entwicklung hin zu einer zunehmend anwendungsorientierten F&E unter konkreter Einbindung potentieller Anwender/Nutzer. So hat Ende 2024 zur Erweiterung der Automatisierung ein Projekt begonnen, dass die Hangar-seitigen Abläufe mit Hilfe eines Roboterarms automatisieren soll. Für den Übergang zu einer zunehmend anwendungsorientierten F&E ist in 2025 ein Projekt zur Waldbrandfrüherkennung unter Einbindung der Feuerwehr als Projektpartner geplant. Zusätzlich ist MBP vom European Forest Institute als eine „TOP wildfire solution“ ausgewählt worden und wird Anfang 2025 vor sog. „Living Labs“ den aktuellen Entwicklungsstand präsentieren/demonstrieren.

Das im Projekt umgesetzte Konzept zur 5G-Anbindung und Kommunikation von Starrflügeldrohnen und Bodensystem soll im Rahmen der oben genannten fortführenden Arbeiten weiter für die Verwertung vorbereitet und in unternehmerische Aktivitäten zur Verwertung aufgenommen werden. Die technologischen Vorsprünge sowie die gewonnenen Erfahrungen in den Bereichen 5G-Konnektivität und Mensch-Maschine-Schnittstelle können somit direkt weiterverwendet werden und für Verbesserungen der Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mitbewerbern genutzt werden. Mit dem Projekt wurde neues Knowhow im Projektverbund geschaffen.

## **5 Bekannter zeitgleicher Fortschritt anderer Stellen**

Relevante Ergebnisse Dritter sind derzeit nicht bekannt.

## 6 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

MBP war während der Projektlaufzeit an mehreren Veranstaltungen und Messen beteiligt, bei denen die Beteiligung am Projekt 5G-TELK-NF thematisiert wurde und auf das während des Projektes geschaffene gute Netzwerk hingewiesen wurde. Zu diesen Terminen gehörten:

- Interschutz 2022
- Öffentliche Projekt-Infoveranstaltung am 03.11.2023 am GreenTEC Campus
- ILA 2024

Unter Federführung der Universität zu Lübeck wurden außerdem die Webseiten <https://www.5g-telk-nf.sh/> und <https://5g-nordfriesland.de/> aufgesetzt. Soweit möglich half MBP hierbei mit Informationen und Korrekturschleifen. Weitere Veröffentlichungen fanden in LinkedIn-Beiträgen und YouTube-Videos statt. Dazu gehörten:

### YouTube

- “Hangar for automatic fixed-wing operation in project 5G-Telk-NF”, 11.12.2023
  - <https://www.youtube.com/watch?v=forBEH3FbzE>
- “5G-TELK-NF - Final Project Presentation“, 12.08.2024
  - <https://www.youtube.com/watch?v=p5cycbg3wco>

### LinkedIn

- Beitrag zum Aufstellen des Schienensystems in Leck, 28.04.2023
  - [https://www.linkedin.com/posts/mbptech\\_last-week-we-launched-our-second-test-site-activity-7057758853341310977-E5vp](https://www.linkedin.com/posts/mbptech_last-week-we-launched-our-second-test-site-activity-7057758853341310977-E5vp)
- Beitrag zur ersten Testsession mit Hangar, 11.12.2023
  - [https://www.linkedin.com/posts/mbptech\\_hangar-for-automatic-fixed-wing-operation-activity-7140033649344729088-s9XX](https://www.linkedin.com/posts/mbptech_hangar-for-automatic-fixed-wing-operation-activity-7140033649344729088-s9XX)
- Beitrag zur ILA-Ausstellung mit Erwähnung von 5G-TELK-NF, 08.06.2024
  - <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7205114650030403585>
- Beitrag zum Projektende, 19.08.2024
  - <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7231231897970835456>