

Sachbericht

IM RAHMEN DER RICHTLINIE ZUR FÖRDERUNG INNOVATIVER NETZTECHNOLOGIEN IM
MOBILFUNK VOM 23. AUGUST 2022 – ZWEITER FÖRDERAUFRUF VOM 21. MÄRZ 2023

5G-SPRINT

Flugzeuggestützte 5G Plattform für Kriseninterventionskräfte

Projektzeitraum: 01.01.2024 bis 31.12.2024

Projektkonsortium

Name	Adresse	Ansprechpartner*in
Technische Hochschule Wildau [THWi]	Hochschulring 1, D-15745 Wildau	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rüther-Kindel
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Hansastraße 27C, 80686 München, Ausführende Stelle: Fraunhofer- Institut für Offene Kommunikationssysteme [FOKUS]	Kaiserin-Augusta-Allee 31, D-10589 Berlin	Marc Emmelmann
CADUS e.V. [CADUS]	Holzmarktstr. 25, D-10243 Berlin	Dr. Corinna Schäfer

Assoziierte Partner:

@fire – Internationaler Katastrophenschutz Deutschland e.V.

Konsortialführer und Antragsteller

Technische Hochschule Wildau - Fachgebiet für Luftfahrttechnik
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rüther-Kindel, Hochschulring 1, 15745 Wildau
Tel. +49 3375 508-613, Mail: wkindel@th-wildau.de

Hinweis zur förderrechtlichen Strukturierung des Förderantrags

Alle Verbundpartner legen in Ergänzung dieses Gesamtförderantrags individuelle Einzelförderanträge vor, welche jeweils die Projektanteile der Verbundpartner und deren geplante Kosten beschreiben. Die Gesamtheit aller Einzelförderanträge und dieses Gesamtförderantrags stellt einen einheitlichen Förderantrag dar. Aus Gründen des Daten- und Wettbewerbsschutzes können die Verbundpartner nicht alle relevanten Informationen in allen Details untereinander offenlegen. Insbesondere die detaillierte Kostenplanung und deren Grundlagen werden daher dem Fördergeber jeweils bilateral als Anlage zum jeweiligen Teilförderantrag vorgelegt.

Inhalt

1 Kurzbericht – Teil 1 (ca. 2 Seiten)	3
2 Teil 2 (lange Fassung)	6
2.1 Darstellung des Projektes	6
2.1.1 Aufgabe und Ziel Leitfragen: Welches (messbare) Ziel sollte erreicht werden? Welche Aufgabe hatten Sie sich gesetzt? Wie hat sich dieses Ziel im Lauf des Projektes verändert?	6
2.1.2 Ausgangslage zu Beginn des Projektes	6
2.1.3 Struktur des Projektes	6
3 Ergebnisse / Zielerreichung entlang der Arbeitspakete	9
3.1 AP 0 – Projektmanagement- und Koordination	9
3.2 AP 1 – Use Cases und Requirements	10
3.3 AP 2 – Realisierung technischer Gewerke	15
3.4 AP 3 – Feldtests	20

1 Kurzbericht – Teil 1 (ca. 2 Seiten)

1. Die ursprüngliche Aufgabenstellung sowie den wissenschaftlichen und technischen Stand, an den angeknüpft wurde

Das Projekt hatte zum Ziel, ein mobiles, luftgestütztes 5G-Kommunikationssystem zu entwickeln, zu integrieren und in realitätsnahen Einsatzszenarien zu erproben. Im Fokus stand die Unterstützung von Einsatzkräften in Katastrophen- und Krisengebieten, insbesondere dort, wo bestehende Kommunikationsinfrastrukturen zerstört oder nicht vorhanden sind. Das System sollte flexibel, schnell einsetzbar und robust gegenüber Umwelteinflüssen sein und sowohl Boden- als auch Luftkomponenten umfassen.

Dazu sollten Komponenten eines nomadischen 5G-Netzes (Funkzelle, Stromversorgung, Antennen) in ein Ultraleichtflugzeug integriert, die Systemfunktionalität boden- und luftseitig getestet sowie die Netzqualität unter Einsatzbedingungen vermessen werden. Ziel war die Demonstration, wie durch flugzeuggestützte 5G-Konnektivität Kommunikationsfähigkeit für Hilfsorganisationen im Einsatz wiederhergestellt oder verbessert werden kann.

Das Projekt knüpfte an mehrere aktuellen wissenschaftlichen und technischen

Entwicklungen an:

- **Technologischer Stand:**

Die technische Entwicklung von 5G-Netzen, insbesondere sogenannter „standalone“-Lösungen und privater 5G-Campusnetze, war zum Projektstart technisch etabliert, aber kaum in mobilen oder luftgestützten Szenarien implementiert. Die Integration in Fluggeräte stellte eine besondere Herausforderung dar, u.a. im Hinblick auf Stromversorgung, Antennenplatzierung, EMV-Verträglichkeit und Zulassungsfähigkeit.

- **Forschungsstand:**

Erste Forschungsvorhaben beschäftigten sich mit temporären 5G-Netzen z. B. auf Fahrzeugen oder Containern, jedoch lagen kaum belastbare Erkenntnisse zur Nutzung in der Luftfahrt oder für den Katastrophenschutz vor. Die Kombination aus mobiler, luftgebundener Plattform und 5G-Kommunikation zur Verbesserung der Einsatzführung war damit ein weitgehend unerforschtes Anwendungsfeld.

- **Anwendungsbedarf:**

Humanitäre Organisationen und Katastrophenschutzkräfte haben regelmäßig mit Ausfällen von Kommunikationsinfrastrukturen zu kämpfen. Temporäre, flexible Netze

können einen entscheidenden Beitrag zur Koordinationsfähigkeit und Effizienz von Rettungseinsätzen leisten – ein Bedarf, der durch internationale Einsatzerfahrungen (z. B. nach Naturkatastrophen oder in Konfliktzonen) vielfach bestätigt ist.

Das Projekt zielte somit auf eine anwendungsnahe Forschung und Entwicklung, die bestehende Technologien in einem neuen Kontext weiterdenkt und erstmals praktisch erprobt. Es verband Grundlagen in Mobilfunk- und Netzwerktechnologie mit spezifischen Anforderungen aus Luftfahrttechnik, Einsatzorganisation und Katastrophenhilfe.

2. Den Ablauf des Vorhabens

Im Verlauf des Projekts wurde ein mobiles, flugzeuggestütztes 5G-Kommunikationssystem konzipiert, technisch entwickelt, in ein Ultraleichtflugzeug integriert und unter realistischen Bedingungen getestet. Zu Beginn erfolgten die Projektorganisation, die Erhebung relevanter Bedarfe und die Definition konkreter Use Cases in Zusammenarbeit mit Praxispartnern aus der humanitären Hilfe und dem Katastrophenschutz. Darauf aufbauend wurden technische Anforderungen abgeleitet sowie ein einsatznahes Einsatzszenario spezifiziert.

Parallel dazu wurde die technische Umsetzung vorbereitet: Die TH Wildau entwickelte Planungsunterlagen und CAD-Modelle zur Integration der 5G-Funkzelle in das Flugzeug, organisierte den Umbau **und** übernahm die Koordination mit dem Flugzeughersteller und der Zulassungsstelle. Zusätzlich wurde ein Zusatzkraftstofftank zur Erhöhung der Reichweite berücksichtigt und in die Planung integriert.

Nach dem erfolgreichen Einbau der Technik folgten Bodentests sowie mehrere Messflüge zur Bewertung der Funkzellenleistung, EMV-Verträglichkeit und der veränderten Flugeigenschaften. Die Tests wurden systematisch ausgewertet und dienten der Optimierung des Systems. Abschließend wurde ein realistisches Krisenszenario mit Einsatzkräften praktisch erprobt, um die Praxistauglichkeit des Gesamtsystems zu demonstrieren. Dabei kam das 5G-System zur Anwendung, um die Kommunikation im simulierten Einsatzgebiet sicherzustellen.

3. Die wesentlichen Ergebnisse sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

THWi: Die TH Wildau integrierte erfolgreich eine mobile 5G-Funkzelle in ein Ultraleichtflugzeug, inklusive CAD-basierter Planung, mechanischem Einbau und elektrischer Verschaltung. Sie führte Bodentests, Flugversuche und einen EMV-Test durch, analysierte die veränderten Flugeigenschaften und realisierte gemeinsam mit Partnern einen exemplarischen Krisen-Use Case. Die Zusammenarbeit mit Breezer, SML, FOKUS, CADUS und weiteren Praxispartnern ermöglichte eine anwendungsnahe Umsetzung.

FOKUS: FOKUS erweiterte das OpenMeasurementNetworkToolkit (OMNT) für die Leistungsbewertung des 5G Netzes und stellte diese als Open Source auf Github der Industrie und Forschung zur Verfügung. OMNT wurde erfolgreich auf den Laufroboter SPOT integriert: so wurde eine autark agierende Messplattform, die reproduzierbare Messdurchläufe im Feld

ermöglicht geschaffen. Das System wurde im Feld erprobt; der SPOT wurde in das demonstrierte Abschlusszenario integriert. Die Zusammenarbeit mit den Projektpartner als auch mit den Mitarbeitern der von der THWi eingesetzten Unterauftragnehmer führte zu einer Erweiterung der Expertise von FOKUS im Bereich der Aviation. Es ergaben sich durch das Projekt Partnerschaften, die in Folgeprojekten – sowohl gefördert als auch kompetitiv ausgeschrieben – fortgeführt werden.

CADUS: Als Praxispartner hat CADUS sowohl die eigene Erfahrung in das Forschungsprojekt eingebracht als auch Erfahrungen und Bedarfe humanitärer Partnerorganisationen in das Projekt einfließen lassen. Dies förderte die Realitätsnähe des Anwendungs-Szenarios. CADUS hat 5G-SPRINT bei mehreren Gelegenheiten einem Fachpublikum der internationalen humanitären Nothilfe vorgestellt und dort Interesse an der Entwicklung geweckt.

2 Teil 2 (lange Fassung)

2.1 Darstellung des Projektes

2.1.1 Aufgabe und Ziel Leitfragen: Welches (messbare) Ziel sollte erreicht werden? Welche Aufgabe hatten Sie sich gesetzt? Wie hat sich dieses Ziel im Lauf des Projektes verändert?

Ziel des Projekts war die Entwicklung, technische Umsetzung und exemplarische Erprobung eines mobilen, flugzeuggestützten 5G-Kommunikationssystems zur Anwendung in Krisen- und Katastrophengebieten. Das System sollte eine temporäre, breitbandige Kommunikationsinfrastruktur bereitstellen, insbesondere in Gebieten ohne funktionierende Netze.

Das zentrale messbare Ziel war die erfolgreiche Integration der 5G-Funkzelle in ein Ultraleichtflugzeug, ihre Funktionsprüfung durch Flug- und Bodentests sowie die Demonstration in einem realitätsnahen Einsatzszenario mit Hilfsorganisationen.

Im Projektverlauf blieb dieses Ziel grundsätzlich konstant, wurde jedoch um zusätzliche Anforderungen erweitert – z. B. die Planung eines Zusatzkraftstofftanks zur Reichweitenerhöhung, die Durchführung von EMV-Prüfungen im Flugzeug und die Vorbereitung von Zulassungsprozessen für die Umbauten. Diese Erweiterungen entstanden aus konkreten technischen und betrieblichen Anforderungen während der Umsetzung.

2.1.2 Ausgangslage zu Beginn des Projektes

Zu Projektbeginn war der Betrieb mobiler 5G-Netze vor allem in bodengebundenen Szenarien erprobt. Die Nutzung luftgestützter Systeme – etwa in Ultraleichtflugzeugen – war hingegen weitgehend unerforscht.

Das Projekt reagierte auf die Herausforderung, wie in Krisenregionen ohne Infrastruktur verlässliche Kommunikationsnetze temporär bereitgestellt werden können. Hierzu mussten mehrere technologische und regulatorische Hürden überwunden werden:

- Die luftfahrtkonforme Integration der Technik (z. B. Funkzelle, Stromversorgung, Antennen)
- Die Berücksichtigung von Sicherheits- und Zulassungsanforderungen
- Die Bewertung fliegerischer Auswirkungen durch Zusatzlast und Modifikationen
- Die Gewährleistung von Netzstabilität und EMV-Verträglichkeit

Im Projektverlauf wurde erkennbar, dass der Bedarf an Reichweitenverlängerung, robustem Systemdesign und realitätsnahen Anwendungsszenarien größer war als zunächst angenommen. Diese Erkenntnisse führten zur Erweiterung technischer Teilaufgaben.

2.1.3 Struktur des Projektes

Erläutern Sie hier wie Ihr Projekt inhaltlich und organisatorisch aufgebaut war, welche Änderungen haben sich ggf. warum ergeben?

Das Projekt war in mehrere aufeinander abgestimmte Arbeitspakete gegliedert:

- Projektleitung, Koordination, Reporting und Dissemination
- Konzeptionierung, technisches Design und Integration
- Testkampagnen, Systemvalidierung und exemplarischer Einsatz

Die inhaltliche Verantwortung war entlang der Fachkompetenzen der Partner verteilt:

- **TH Wildau:** Technische Integration, Flugzeugumbau, Planung, Tests, Use Case
- **FOKUS:** Netztechnik, Empfangsmessung, Systemanalyse
- **CADUS:** Humanitärer Bedarf, Szenarientwicklung, Anwendungssicht
- **@fire, Feuerwehr Trebbin:** Praxisbeteiligung und Felderprobung
- **Flugplatz Schönhagen:** Standort für Tests und Demonstration

Organisatorisch wurde das Projekt durch eine zentrale Koordinierung (THWi) geführt, regelmäßige Partnertreffen und gemeinsame Workshops stellten die inhaltliche Abstimmung sicher.

1.1.1. Partner (Beschreibung der Struktur des Konsortiums):

- TH Wildau als Projektleitung und technische Umsetzungsinstanz
- Fraunhofer FOKUS als Experte für Netztechnik und Messsysteme
- CADUS als NGO mit Einsatzexpertise in Krisengebieten

1.1.2. Arbeitsplanung

Die Arbeitsplanung folgte einer klaren zeitlichen Struktur:

- **Phase 1:** Projektstart, Anforderungsdefinition, Use Cases, technische Planung
- **Phase 2:** Entwicklung, Konstruktion, Integration in das Flugzeug
- **Phase 3:** Testkampagnen am Boden und in der Luft, Auswertung
- **Phase 4:** Demonstration eines realen Anwendungsszenarios, Dissemination

Zeitliche Anpassungen ergaben sich vorrangig aus technischen Abhängigkeiten, z. B. der Flugzeugverfügbarkeit und der Dauer von Zulassungsprozessen.

1.1.3. Herausforderungen

THWi: Die Recherche möglicher Baugruppen und die Beurteilung hinsichtlich der flugtechnischen und luftrechtlichen Vorgaben und daran anschließend die Formulierung der Beschaffungsanforderungen stellten eine große Herausforderung dar. Die Erstellung rechtskonformer Unterlagen für die Beschaffung der teilweise sehr speziellen Komponenten nahm unerwartet viel Zeit in Anspruch.

1.1.4. Zusammenarbeit mit Unterauftragnehmern

Welche Aufgaben haben diese wahrgenommen, warum waren sie notwendig, wie wurden die Aufträge vergeben? Damit sind keine reinen Dienstleistungsaufträge gemeint, sondern inhaltlich relevante Beiträge aus Unteraufträgen, die das Projekt ggf. auch über einen längeren Zeitraum begleitet haben.

THWi:

Ein zentraler Unterauftrag wurde an **SML** vergeben, das als spezialisierter Partner für Mobilfunk- und Netzwerktechnik fungierte.

Aufgaben von SML:

- Bereitstellung der 5G-Funktechnik (Sendeeinheit)
- Unterstützung bei der Netzplanung
- Begleitung der Bodentests
- Abstimmung technischer Anforderungen mit THWi und FOKUS

Die Beauftragung erfolgte auf Basis spezifischer technischer Expertise und im Einvernehmen mit den Projektpartnern. SML war über die gesamte Projektlaufzeit hinweg eingebunden und leistete einen inhaltlich relevanten Beitrag zur Funktionalität des Gesamtsystems.

Ein weiterer wichtiger Unterauftrag war der Einbau der Funkzelle, welcher an den Flugzeughersteller Breezer Aircraft GmbH vergeben wurde. Da der Einbau Veränderungen an zulassungsrelevanten Baugruppen notwendig machte, ist der Hersteller des Ultraleichtflugzeugs der ideale Partner um die Modifikationen zu planen und durchzuführen. Ebenso war die Erfahrung von Breezer bezüglich der Vorbereitung, Beantragung und Durchführung der Zulassungsprüfung unendlich wertvoll.

3 Ergebnisse / Zielerreichung entlang der Arbeitspakete

3.1 AP 0 – Projektmanagement- und Koordination

Verantwortlicher Partner: Technische Hochschule Wildau				AP: 0.1 – 0.4
Partner	THWi	FOKUS	CADUS	Summe
PM	11	0,5	3,0	14,5
<p>Zielstellung: Ziel des Arbeitspaketes ist eine erfolgreiche und effiziente Organisation und Koordination des Vorhabens über den gesamten Projektzeitraum und einen ebenfalls erfolgreichen Abschluss des Gesamtvorhabens am Ende der Projektlaufzeit. Das Arbeitspaket umfasst die komplette organisatorische Begleitung des Vorhabens. Dementsprechend werden alle organisatorischen Tätigkeiten bezüglich des Vorhabens übernommen wie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoring des Projektfortschritts zur Sicherstellung des Erreichens der Projektziele • Kontinuierliches Reporting des Projektstands • Organisation von Projektmeetings und Versuchs-Wochen <p>Zu diesem Arbeitspaket gehört auch, allen beteiligten Konsortialpartnern die Möglichkeit zu geben, ihre Ergebnisse und Erkenntnisse, die während der Projektlaufzeit gesammelt werden, zu disseminieren. Hierzu zählt insbesondere auch der Kontakt zu anderen NGOs, die in Krisengebieten tätig sind. Die Einbindung von CADUS und @fire ermöglicht von vorneherein sowohl eine nationale als auch internationale Vernetzung und Verbreitung der Projekt-Ergebnisse.</p> <p>Das AP inkludiert auch die fortlaufende Synchronisation mit dem Projektträger über den Projektfortschritt und die Vorbereitung des Abschlussberichtes, sowie die Entwicklung einer auf die jeweiligen Partner angepassten Strategie für die weitergehende Nutzung der erarbeiteten Informationen nach Laufzeitende. Alle Verwertungsaspekte sollen gesammelt und gemeinsam dokumentiert werden. Hier besteht auch die Möglichkeit, der Entwicklung eines Folgeprojektes.</p>				
<p>Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises:</p> <p>THWi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten <p>FOKUS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten <p>CADUS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten 				
<p>Abgeschlossene Aufgaben/ Deliverables/ Tätigkeiten:</p> <p>THWi:</p>				

AP 0.1 Projektleitung und Kommunikation wurde abgeschlossen
 AP 0.2 Projektkoordination und Ressourcenplanung wurde abgeschlossen

THWi, CADUS:

AP 0.3 Projektreporting wurde abgeschlossen

THWi, CADUS, FOKUS:

AP 0.4 Dissemination wurde abgeschlossen

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die geleisteten Arbeiten in den Arbeitspaketen AP 0.1 bis AP 0.4 waren sowohl notwendig als auch angemessen für einen strukturierten Projektverlauf. Die Projektleitung und Kommunikation (AP 0.1) sowie die Koordination und Ressourcenplanung (AP 0.2) bildeten die Grundlage für eine effiziente Zusammenarbeit der Partner THWi, CADUS und FOKUS. Das Projektreporting (AP 0.3) ermöglichte eine transparente Dokumentation des Fortschritts, während die Dissemination (AP 0.4) wesentlich zur Sichtbarkeit und Verbreitung der Projektergebnisse beitrug. Alle Maßnahmen waren zielgerichtet und im Umfang dem Projektstand angemessen.

3.2 AP 1 – Use Cases und Requirements

Verantwortlicher Partner: Technische Hochschule Wildau				AP: 1.1 – 1.2
Partner	THWi	FOKUS	CADUS	Summe
PM	5	1	2	8

Zielstellung:

Ziel des Arbeitspaketes ist die Beschreibung von Einsatzszenarien (Use Cases), aus denen die Anforderungen an die Phase I Infrastruktur abgeleitet werden. Diese ergänzen dann die in diesem AP erstellen technischen Spezifikationen der Infrastruktur. Notwendige Beschaffungen werden im Rahmen dieses Arbeitspakets vorbereitet (Erstellung von ggf. notwendigen Vergabeunterlagen).

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises:**THWi:**

- Personalkosten

FOKUS:

- Personalkosten

CADUS:

- Personalkosten

Abgeschlossene Aufgaben/ Deliverables/ Tätigkeiten:

AP 1.1 – Konzeptionierung: THWi hat die Koordination der Konzeptionierungs-Phase erfolgreich abgeschlossen. Im Rahmen dessen wurden Recherchen zu verfügbaren Netz-Technologien und rechtlichen Rahmenbedingungen durchgeführt sowie die technische Umsetzbarkeit geprüft. In Abstimmung mit dem Unterauftragnehmer SML erfolgte die Planung der Netzwerkinfrastruktur. Es wurden umfassende Planungsdokumente sowohl für die boden- als auch die flugzeugseitige Umsetzung erstellt, inklusive Gesprächen mit der Flugplatzgesellschaft Schönhagen, der Dokumentation relevanter Infrastrukturen und der Koordination geplanter Testwochen. Zusätzlich wurden Unterlagen für die Integration der mobilen Zelle im Forschungsflugzeug unter Einbeziehung sicherheitsrelevanter Aspekte erstellt und die Leistungsbeschreibung für die öffentliche Ausschreibung vorbereitet.

AP 1.2 Use-Cases:**THWi:**

THWi hat die Koordination und Durchführung von Workshops und Abstimmungstreffen zur Entwicklung realistischer Einsatzszenarien erfolgreich organisiert. In enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern, der Feuerwehr Trebbin (Landkreis Teltow-Fläming), dem Flugplatz Schönhagen sowie assoziierten Partnern wurden technisch umsetzbare Einsatzszenarien erarbeitet. Zudem übernahm THWi die Organisation geeigneter Testflächen für die geplanten Feldtests.

FOKUS:

FOKUS hat in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern und den von der THWi beauftragten Unterauftragnehmer an der Entwicklung der Use-Cases teilgenommen. Fokus der Arbeiten lag hierbei auf der Analyse der Anforderungen an das 5G System, insbesondere des Kernnetzes, so dass die Anwendungsszenarien im Demonstrator erprobt werden konnten.

CADUS:

CADUS hat in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Use-Cases für die Entwicklung definiert. Dem vorausgegangen war eine Recherche von Erfahrungen und Bedarfen aus der humanitären Nothilfe. Nachdem sich innerhalb des Konsortiums für ein Einsatz-Szenario entschieden wurde, hat CADUS dies für die Abschluss-Demonstration ausformuliert.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten**THWi (AP1.1, AP1.2):**

Die von der TH Wildau geleisteten Projektarbeiten waren für den Projekterfolg sowohl notwendig als auch in ihrem Umfang und ihrer Ausführung angemessen. Die TH Wildau übernahm zentrale Aufgaben in der Koordination, Szenarientwicklung und technischen Planung. Die Entwicklung realitätsnaher Use Cases unter Einbindung relevanter Praxispartner sowie die Planung der technischen Umsetzung – insbesondere im Hinblick auf die Netzwerkinfrastruktur und Integration in das Forschungsflugzeug – bildeten eine essenzielle Grundlage für die weiteren Arbeitspakete. Auch die organisatorische Begleitung des Projekts durch THWi trug maßgeblich zur strukturierten Durchführung und erfolgreichen Zusammenarbeit im Konsortium bei.

FOKUS:

Die von FOKUS geleisteten Arbeiten waren notwendig, um bereits in der Planungsphase die Anforderungen der Anwender und Anwendungsszenarien an das 5G Kernnetz zu berücksichtigen. Dies ermöglichte eine Dimensionierung der zu beschaffenden Hardware für den Einbau in das Ultraleichtflugzeug.

CADUS:

Die von CADUS geleisteten Projektarbeiten waren für den Projekterfolg sowohl notwendig als auch in ihrem Umfang und ihrer Ausführung angemessen. CADUS hat durch das Einbringen der eigenen Erfahrung aus der Praxis und Mobilisierung des professionellen Netzwerks maßgeblich zur Realitätsnähe der Entwicklung und deren realitätsnaher Erprobung im Abschluss-Szenario beigetragen.

Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses - auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

THWi (AP1.1, AP1.2): Der voraussichtliche Nutzen für die TH Wildau liegt in mehreren Bereichen: Zum einen stärkt das Projekt die Forschungs- und Entwicklungskompetenz der Hochschule im Bereich mobiler Kommunikationssysteme und deren Integration in luft- und bodengebundene Infrastrukturen. Zum anderen erweitert die enge Zusammenarbeit mit Praxispartnern wie CADUS, FOKUS, SML, der Feuerwehr Trebbin und dem Flugplatz Schönhagen das Netzwerk der Hochschule im Bereich ziviler Sicherheitsforschung und humanitärer Anwendungen. Darüber hinaus können die im Projekt entwickelten Konzepte

und Erkenntnisse in zukünftige Forschungsprojekte, Lehrveranstaltungen und praxisorientierte Studienprojekte eingebunden werden. Langfristig trägt das Projekt zur Profilbildung der TH Wildau im Bereich anwendungsnaher Forschung mit gesellschaftlicher Relevanz bei.

FOKUS:

Die Teilnahme an dem Projekt stärkte die Kompetenz von FOKUS hinsichtlich der anwendungsspezifischen Installation von 5G Kernnetzen und RANs im Sektor der Luftfahrt. Das Produktportfolio von FOKUS bzgl. miniaturisierter 5G Installationen für Forschungsnetze wurde direkt erweitert.

CADUS:

Die Teilnahme an dem Forschungsprojekt hat für CADUS zu vertieften Kenntnissen sowohl für die Praxis als auch für weitere FuE-Projekte geführt, und das Portfolio der Organisation gestärkt.

Weiterführungsmöglichkeiten

Gibt es Pläne / Möglichkeiten, dass Angebotsteile selbständig weitergeführt werden? Wie soll das in welchem Zeitraum geschehen?)

THWi (AP1.1, AP1.2): Die Funkzelle wurde so konzipiert, dass sie von der THWi in das UL ein- und ausgebaut werden kann, ohne das eine erneute flugtechnische Prüfung notwendig ist. Daher ist der Einsatz in Folgeprojekten grundsätzlich möglich.

FOKUS:

Die Systemkonzepte resultierten in einer Blaupause für miniaturisierte 5G Campusnetzinstallationen. Diese kann für erneute Installationen von 5G-basierten Versuchsnetzen unter der lizenzierten Verwendung des Open5GCore wiederverwendet werden.

CADUS:

CADUS hat weiteren Erkenntnisbedarf, und ist zum jetzigen Zeitpunkt in einem weiteren Forschungsprojekt zum Thema involviert.

Wirtschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

Sehen Projektpartner die Möglichkeit einer wirtschaftlichen, ggf. auch indirekten, Verwertung, z.B. durch eine Weiterentwicklung zu kostenpflichtigen Angeboten? Werden andere wirtschaftliche Vorteile gesehen, z.B. durch höheren Bekanntheitsgrad? Wie werden diese umgesetzt?

THWi (AP1.1, AP1.2): Als Forschungseinrichtung ist eine direkte wirtschaftliche Verwertung des Projekts nicht vorgesehen. Jedoch tragen die entwickelten Technologien und die internationale Präsentation der Ergebnisse, beispielsweise auf der AERO und der Hannover-Messe, zur erhöhten Sichtbarkeit der beteiligten Partner bei. Diese gesteigerte

Bekanntheit bietet indirekte wirtschaftliche Vorteile, etwa durch zukünftige Kooperationsprojekte mit Unternehmen oder neue Forschungsaufträge.

FOKUS:

FOKUS ist Teil der Fraunhofer Gesellschaft und damit gemeinnützig. Forschungsergebnisse werden, z.B. der Industrie, auf Gemeinkostenbasis wie z.B. durch die Lizenzierung des Open5GCore zur Verfügung gestellt. Die Teilnahme an SPRINT stärkte die Sichtbarkeit von FOKUS als führende Forschungseinrichtung für Mobilkommunikation, insbesondere für die Einsatzbereiche für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben.

CADUS: CADUS ist gemeinnützig, agiert ausschließlich im ideellen Bereich, und plant von daher keine wirtschaftliche Verwertung. Die Teilnahme an dem Forschungsprojekt stärkt jedoch das Portfolio der Organisation und führt zu einer stärkeren Sichtbarkeit, was sich positiv auf die Auftragslage für CADUS auswirken kann.

Wissenschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

***Sind absehbar Erkenntnisse erzielt worden, die wissenschaftlich verwertbar sind?
Sind z.B. Erkenntnisse in FuE Projekte eingeflossen? Wurden oder werden
Dissertationen angefertigt?***

THWi (AP1.1, AP1.2): Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Projekt fließen in verschiedene FuE-Vorhaben wie das geplante Projekt AMADEUS ein.

FOKUS:

FOKUS lässt die gewonnen Erkenntnisse in weiterführende F&E und Industrieprojekte einfließen. Studenten wurden in das Projekt eingebunden und können die Erfahrungen aus SPRINT als Grundlage für kommende Bachelor / Masterarbeiten nutzen.

CADUS: CADUS lässt die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse in weiteren FuE-Projekten einfließen.

Anschlussfähigkeit

Welche Möglichkeiten sehen Sie für auf dem Projekt aufbauende weitere Arbeiten wie Forschungsprojekte, Bildungsprogramme etc.? In welchem Zeitraum soll geschehen?

THWi (AP1.1, AP1.2): Die Projektergebnisse bieten zahlreiche Ansätze für aufbauende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Das Folgeprojekt AMADEUS ist bereits in Bearbeitung und wird auf den entwickelten Technologien und Erkenntnissen aufbauen.

FOKUS:

Für FOKUS ergab sich aus dem Projekt eine erhöhte Sichtbarkeit insbesondere bei Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BDBOS). So erfolgte z.a. die erfolgreiche Akquise des Projektes AMADEUS.

CADUS: Für CADUS hat sich aus diesem Projekt weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf ergeben, und wird diesen in künftige Projekte einfließen lassen.

Erfolgen oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses

FOKUS: Das Projekt SPRINT und insbesondere das OMNT Toolkit wurden im Rahmen des FUSECO Forums 2024 Teilnehmern aus Industrie und Forschung vorgestellt.

3.3 AP 2 – Realisierung technischer Gewerke

Verantwortlicher Partner: Technische Hochschule Wildau				AP: 2.1 – 2.3
Partner	THWi	FOKUS	CADUS	Summe
PM	3	0,5	0	3,5

Zielstellung:

Ziel des Arbeitspakets ist es, alle Gewerke technisch zu integrieren und für die Erprobung in Feldtests vorzubereiten. Hierfür notwendige Open Source Messtools werden dafür bei Bedarf um fehlende Funktionalitäten ergänzt und wiederum frei zugänglich gemacht.

Durch dieses Arbeitspaket soll das Forschungsflugzeug der TH Wildau für die Feldtests mit der integrierten Funkzelle technisch sicher und betriebsbereit vorbereitet werden. Hierzu sind Abstimmungsarbeiten und Überführungen des Forschungsflugzeugs zum Hersteller Breezer Aircraft GmbH [Breezer] nach Bredstedt erforderlich. Die TH Wildau wird zusammen mit Breezer einen Außenlastbehälter zur Aufnahme der 5G-Funktechnik konstruieren und fertigen. Hierfür ist durch den Flugzeughersteller eine Zustimmung zur Modifikation bei der Zulassungsstelle einzuholen.

Die Integrations- und Testarbeiten finden sowohl als Vorintegration zwischen den beteiligten Partnern eines Gewerkes (5G Kommunikation im Flugzeug, autarkes Robotermesssystem, Messtools), als auch im Rahmen von Integrations- und Testwochen am Flugplatz Schönhagen statt, in denen die Gewerke vereint und leistungstechnisch evaluiert werden.

Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises:

THWi:

- Vergabe von Aufträgen (ca. 2/3)
- Personalkosten (ca. 1/3)

FOKUS:

- Personalkosten
- Invest

CADUS:

- Personalkosten

Abgeschlossene Aufgaben/ Deliverables/ Tätigkeiten:

AP 2.1 – Flugzeug und Integration der 5G-Funktechnik

THWi: Die TH Wildau hat sämtliche technischen Arbeiten zur Integration der 5G-Funktechnik in das UL-Forschungsflugzeug erfolgreich abgeschlossen. In enger Abstimmung mit SML und dem Flugzeughersteller Breezer wurden alle erforderlichen Planungs- und Umsetzungsmaßnahmen durchgeführt. Dazu gehörten:

- Die Anfertigung und Optimierung eines CAD-Modells zur Integration der 5G-Komponenten.
- Die Entwicklung und Konstruktion eines außen am Flugzeug montierbaren Nutzlastbehälters zur Aufnahme von Teilen der 5G-Zelle.
- Die bauliche Umsetzung des Nutzlastbehälters im Luftfahrttechnikum der TH Wildau.
- Die Analyse geeigneter Einbauorte unter Berücksichtigung der Flugstabilität und Flugsicherheit.
- Die Planung und Umsetzung der elektrischen Verschaltung aller Komponenten unter Einhaltung der sicherheits- und EMV-relevanten Anforderungen.
- Die Abstimmung zur Montage externer Antennen sowie zur Möglichkeit einer Antennennachführung.
- Die Unterstützung der notwendigen Zulassungsverfahren für die durchgeführten Umbauten.

AP 2.2 – Integration eine Zusatzkraftstofftanks

THWi: Die Stromversorgung der Funkzelle und die Optimierung der Laufzeit im Verhältnis zur Flugzeit war einer der Kernpunkte der Konzeptionierung. Im Verlauf wurde die ursprüngliche Planung eines zusätzlichen Generators in Verbindung mit einem Zusatzkraftstofftank fallen gelassen. Hauptargument dagegen war das erhebliche Mehrgewicht der Komponenten (Generator + Tank + Spannungskonverter 12V-48V) sowie deren ungünstige Gewichtsverteilung.

Gelöst wurde die Stromversorgung über 2 LiFe-Akkus, welche Bestandteil der Funkzelle sind und damit wenig Einfluss auf die Lage des Schwerpunktes des UL ausüben.

Folgende Arbeiten wurden im Rahmen dessen abgeschlossen:

- Die Erstellung eines detaillierten Planungsdokuments sowie zugehöriger CAD-Zeichnungen für die Tankintegration im Innenraum.
- Die Erstellung eines detaillierten Planungsdokuments zum Energiebudget
- Die technische Prüfung der Umsetzbarkeit
- Die Vorbereitung der Unterlagen für das Zulassungsverfahren

AP 2.3 – Messtechniksystem SPOT

FOKUS: Das OMNT Tool wurde erfolgreich auf dem SPOT-Robotersystem integriert. Die Android-basierte App von OMNT wurde erweitert, so dass eine Leistungsbewertung des 5G Systems von SPRINT durchgeführt werden konnten.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

THWi (AP2.1, AP2.2):

Die von der TH Wildau geleisteten Arbeiten waren für den Erfolg des Gesamtprojekts sowohl notwendig als auch in Umfang und Tiefe angemessen. Die technische Planung und Umsetzung der Integration der 5G-Funktechnik in das Forschungsflugzeug stellte eine zentrale Voraussetzung für die spätere Erprobung des Systems im realen Einsatz dar. Die Nutzung von CAD-gestützter Planung, die Konstruktion eines eigens entwickelten Nutzlastbehälters sowie die elektrische Verschaltung der Komponenten waren komplexe Aufgaben, die ein hohes Maß an technischer Expertise erforderten. Auch die vorbereitenden Maßnahmen zur Integration des Zusatzkraftstofftanks waren essenziell, um die Flugzeit und damit die Einsatzfähigkeit des Systems zu erhöhen. Die enge Abstimmung mit Partnern wie Breezer, SML und der Zulassungsstelle unterstreicht die Professionalität und Zielorientierung der TH Wildau. Die Arbeiten wurden fachlich fundiert, termingerecht und im vollen Umfang des Projektziels entsprechend durchgeführt.

FOKUS:

Die von FOKUS durchgeführten Arbeiten waren notwendig, um das 5G Gesamtsystemtem einer Leistungsbewertung zu unterziehen. Durch die Integration des Spot-Roboters wurden reproduzierbare Messfahrten (-wege) ermöglicht.

Herausforderungen/ ggf. nicht erreichte Projektziele laut Antrag

THWi (AP2.1, AP2.2): Die Versorgung der Funkzelle erfolgt nicht wie geplant über einen zusätzlichen Generator, sondern über mitgeführte LiFe-Akkus. Die Funkzelle wurde anstatt des Co-Pilotensitzes verbaut, was die Arbeitslast des Piloten erhöhte.

Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses - auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

THWi (AP2.1, AP2.2): Der voraussichtliche Nutzen und die Verwertbarkeit der Projektergebnisse für die TH Wildau sind vielfältig. Die Hochschule stärkt durch die erfolgreiche Integration komplexer Kommunikations- und Energiekomponenten in ein Luftfahrtsystem ihre Kompetenzen im Bereich der angewandten Forschung, insbesondere in den Feldern Luftfahrttechnik, mobile Kommunikation und Systemintegration. Die entwickelten CAD-Modelle, Konstruktionspläne und Umsetzungsstrategien können in zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsprojekten sowie in der Lehre, insbesondere in ingenieurtechnischen Studiengängen, weiterverwendet werden. Darüber hinaus profitiert die TH Wildau von der intensiven Zusammenarbeit mit Industrie- und Anwendungspartnern wie Breezer, SML und humanitären Organisationen, wodurch sich neue Kooperationen, Drittmittelprojekte und praxisnahe Abschlussarbeiten für Studierende ergeben können. Die durchgeführten Arbeiten und entstandenen Erkenntnisse bieten zudem eine wertvolle Grundlage für eine mögliche Weiterentwicklung oder Nachfolgeprojekte im Bereich luftgestützter Kommunikationssysteme und ziviler Sicherheitsforschung.

FOKUS:

Die Arbeiten von FOKUS bzgl. der Erweiterungen von OMNT sind als Open Source auf Github verfügbar und stehen der Industrie und Forschung zur weiteren Verwendung zur Verfügung. FOKUS nutzt das OMNT Tool im Anschluss an das Projekt für weiterführende Forschungs- und Projektarbeiten.

Weiterführungsmöglichkeiten

Gibt es Pläne / Möglichkeiten, dass Angebotsteile selbständig weitergeführt werden? Wie soll das in welchem Zeitraum geschehen?)

FOKUS: FOKUS führt kontinuierlich die wissenschaftliche Begleitung von Partnern bei der Konzeption, Installation und Abnahme von 5G Campus- und Forschungsnetzen weiter. Die Ergebnisse aus Sprint bzgl. möglicher Blaupausen für miniaturisierte 5G Installationen lassen sich hier direkt weiterführen.

Wirtschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

Sehen Projektpartner die Möglichkeit einer wirtschaftlichen, ggf. auch indirekten, Verwertung, z.B. durch eine Weiterentwicklung zu kostenpflichtigen Angeboten? Werden andere wirtschaftliche Vorteile gesehen, z.B. durch höheren Bekanntheitsgrad? Wie werden diese umgesetzt?

THWi (AP2.1, AP2.2): Als Forschungseinrichtung ist eine direkte wirtschaftliche Verwertung des Projekts nicht vorgesehen. Jedoch tragen die entwickelten Technologien und die internationale Präsentation der Ergebnisse, beispielsweise auf der AERO und der Hannover-Messe, zur erhöhten Sichtbarkeit der beteiligten Partner bei. Diese gesteigerte Bekanntheit bietet indirekte wirtschaftliche Vorteile, etwa durch zukünftige Kooperationsprojekte mit Unternehmen oder neue Forschungsaufträge.

FOKUS: FOKUS bietet der Industrie die wissenschaftliche Begleitung bei der Konzeption, Installation und Abnahme von 5G Netzen an. Die Ergebnisse von SPRINT führten zu einer

Erweiterung des Angebotes von FOKUS. Die mögliche Integration eines Laufroboters als autark agierende Messplattform erweitert hier die Angebotspalette.

Wissenschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

***Sind absehbar Erkenntnisse erzielt worden, die wissenschaftlich verwertbar sind?
Sind z.B. Erkenntnisse in FuE Projekte eingeflossen? Wurden oder werden
Dissertationen angefertigt?***

THWi (AP2.1, AP2.2): Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Projekt fließen in verschiedene FuE-Vorhaben wie das geplante Projekt AMADEUS ein.

FOKUS: Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Projekt fließen in verschiedene FuE-Vorhaben wie das geplante Projekt AMADEUS ein.

Anschlussfähigkeit

Welche Möglichkeiten sehen Sie für auf dem Projekt aufbauende weitere Arbeiten wie Forschungsprojekte, Bildungsprogramme etc.? In welchem Zeitraum soll geschehen?

THWi (AP2.1, AP2.2): Die Projektergebnisse bieten zahlreiche Ansätze für aufbauende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

FOKUS: Die Projektergebnisse bieten zahlreiche Ansätze für aufbauende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses

THWi (AP1.1, AP1.2): Keine

FOKUS: Vorstellung des Projektes und der Arbeiten von FOKUS auf dem FUSECO Forum 2024.

3.4 AP 3 – Feldtests

Verantwortlicher Partner: Technische Hochschule Wildau				AP: 3.1 – 3.3
Partner	THWi	FOKUS	CADUS	Summe
PM	5	3,9	1	12
<p>Zielstellung: Ziel des Arbeitspakets ist die Erprobung der in AP2 implementierten Technologien. Hierfür werden mehrere Feldtests durchgeführt. Das Arbeitspaket umfasst die Überprüfung der Zusammenarbeit der technischen Komponenten, sowie die Evaluation der Gesamtsystemleistung in einem realitätsnahen Erprobungsumfeld. Das Arbeitspaket 3 stellt somit den wissenschaftlich inhaltlichen Schwerpunkt des Projektes dar.</p> <p>Zum Abschluss des Projektes ist im Rahmen der finalen Testwoche eine Interaktion von dem im Projekt erstellen Kommunikationskomponenten in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Trebbin und @fire geplant.</p>				
<p>Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises:</p> <p>THWi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten • Dienstreisen <p>FOKUS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten • Dienstreisen <p>CADUS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personalkosten 				
<p>Abgeschlossene Aufgaben/ Deliverables/ Tätigkeiten:</p> <p>AP 3.1 – Testung der 5G-Sende- und Empfangstechnik</p>				

THWi: Hier organisierte und führte die THWi umfangreiche Tests der 5G-Sende- und Empfangstechnik durch. Dazu gehörten zunächst Bodentests in Zusammenarbeit mit SML zur Überprüfung der Funktionalität der integrierten 5G-Funkzelle. Anschließend wurden mehrere Testflüge durchgeführt, bei denen die Netzparameter unter realen Flugbedingungen vermessen und dokumentiert wurden. Ein spezieller EMV-Test im Innenraum und in unmittelbarer Umgebung des Flugzeugs wurde ebenfalls erfolgreich umgesetzt, um sicherzustellen, dass auch im leistungsintensiven Nahbereich keinerlei gesundheitliche Gefahren für den Piloten oder Wartungskräfte auftreten. Alle während der Tests gewonnenen Daten wurden ausgewertet, dokumentiert und dienten der gezielten Optimierung des Systems.

FOKUS: Fokus führte umfangreiche Tests zur Leistungsbewertung des 5G Systems am Boden durch. Zur Validierung des autarken, roboterbasierten Messsystems wurde zunächst das terrestrische Campusnetz des Flughafens an ausgewählten Messpunkten vermessen. Dies war notwendig, da das Ultraleichtflugzeug nicht rechtzeitig eine Flugerlaubnis erteilt bekam, um im geplanten Umfang in den ersten Testwochen Flugtests durchzuführen. Das in das Flugzeug integrierte 5G System wurde bodennah erprobt. Nach Abschluss der geplanten Test- und Integrationswochen wurde die TH Wildau bei der Flugerprobung des 5G Systems unterstützt.

CADUS: CADUS hat maßgeblich zum Aufbau des realitätsnahen Erprobungsumfeldes sowie der Umsetzung des Szenarios beigetragen und dafür auch eigenes Material aus Krisen-Einsätzen bereitgestellt.

AP 3.2 – Tests zur Untersuchung veränderter Flugeigenschaften

THWi: Hierbei plante und realisierte die THWi mehrere Flugversuche zur Untersuchung der durch Umbauten bedingten veränderten Flugeigenschaften des Forschungsflugzeugs. Hierfür wurde eine eigene Messanlage in das Flugzeug integriert, mit der während definierter Flugmanöver relevante Parameter wie Luftdaten, GNSS, Inertialdaten und Steuerstellungen aufgezeichnet wurden. Die erhobenen Daten wurden analysiert und zur Bewertung der Flugsicherheit sowie als Grundlage für eventuelle Ausgleichsmaßnahmen und die Zulassungsdokumentation herangezogen.

AP 3.3 – Exemplarische Realisierung eines Use Cases

THWi: Hierbei übernahm die THWi die vollständige Organisation und technische Umsetzung eines exemplarischen Use Cases zur Demonstration der Einsatzfähigkeit des flugzeuggestützten 5G-Kommunikationssystems. In enger Abstimmung mit @fire, der Feuerwehr Trebbin, CADUS, FOKUS sowie der Flugplatzgesellschaft Schönhagen wurde ein realistisches Krisenszenario vorbereitet und durchgeführt. Die THWi leitete dabei alle vorbereitenden Maßnahmen, organisierte Workshops zur Abstimmung, entwickelte ein abgestimmtes Flugprogramm für UL-Flugzeug und ATISS-Drohne und führte mehrere vorbereitende Testkampagnen durch. Die finale Demonstration wurde erfolgreich umgesetzt und zeigte die Funktionalität und Praxistauglichkeit des Systems unter realitätsnahen Bedingungen.

FOKUS: Fokus unterstützt die THWi bei der Planung und Durchführung der exemplarischen Realisierung des Use Cases am Flugplatz Schönhagen. Der Spot Roboter wurde dafür in den Use Case als Aktuator integriert. Fokus betrieb für die Testkampagnen den 5G Core im Flugzeug.

Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

THWi (AP3.1, AP2.2, AP3.3):

Die von der TH Wildau im Rahmen der Arbeitspakete 3.1 bis 3.3 geleisteten Projektarbeiten waren sowohl notwendig als auch in Umfang und Tiefe angemessen für das Erreichen der Projektziele. Die Planung, Durchführung und Auswertung von Boden- und Flugtests der 5G-Funktechnik waren unerlässlich, um die technische Funktionsfähigkeit, Sicherheit und Leistungsfähigkeit des Systems nachzuweisen. Die durchgeführten EMV-Prüfungen sowie die präzise Analyse der veränderten Flugeigenschaften bildeten eine entscheidende Grundlage für den sicheren Betrieb des modifizierten Forschungsflugzeugs und die Einhaltung luftfahrtrechtlicher Vorgaben.

Ebenso war die exemplarische Umsetzung eines realitätsnahen Use Cases durch die THWi ein zentrales Element zur Demonstration der praktischen Einsatzfähigkeit des Systems in einem Krisenszenario. Die Organisation der technischen Abläufe, die Abstimmung mit Praxispartnern und die Durchführung koordinierter Testkampagnen trugen wesentlich zur realistischen Erprobung und zur anschließenden Bewertung der entwickelten Lösung bei. Die Arbeiten waren in methodischer, technischer und organisatorischer Hinsicht gut abgestimmt, zielführend und leisteten einen wesentlichen Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung des Gesamtvorhabens.

FOKUS: Die Arbeiten von FOKUS ermöglichten den Betrieb des 5G Systems im Flugzeug. Ebenso waren die Arbeiten von FOKUS Grundlage, um reproduzierbare Messläufe mit dem Spot-Roboter für eine Leistungsanalyse der 5G Systeme am Flughafen durchführen zu können.

CADUS: Die von CADUS geleisteten Projektarbeiten waren sowohl notwendig als auch in Umfang und Tiefe angemessen für das Erreichen der Projektziele. Die Organisation hat für den realitätsnahen Aufbau des Szenarios gesorgt und für die Umsetzung essenzielles Material bereitgestellt.

Herausforderungen/ ggf. nicht erreichte Projektziele laut Antrag

THWi (AP3.1, AP2.2, AP3.3): Die Auswertung der flugtechnischen Prüfung und die Erteilung der notwendigen Zulassung durch den DAeC dauerte wesentlich länger als ursprünglich angenommen. Die Durchführung von Messflügen und des Abschlusszenarios verschoben sich daher in den Spätherbst 2024. Witterungsbedingt stand dann weniger Flugzeit zur Verfügung, wodurch einige geplante weitergehenden Messungen entfielen.

FOKUS: Die extensiven geplanten Leistungsbewertungen des 5G Systems im Flug mussten reduziert werden, da eine flugtechnische Prüfung und die notwendige Erteilung einer Flugzulassung des Ultraleichtflugzeuges erst unmittelbar vor Projektende erfolgte. Dies begründet den reduzierten Abruf von PMs in diesem AP.

Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses - auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

THWi (AP3.1, AP2.2, AP3.3): Der voraussichtliche Nutzen und die Verwertbarkeit der von der TH Wildau geleisteten Arbeiten sind aus wissenschaftlicher, technologischer und praxisorientierter Sicht hoch. Durch die erfolgreiche Umsetzung der Testkampagnen und der exemplarischen Demonstration des flugzeuggestützten 5G-Systems konnte die THWi ihre Expertise in den Bereichen mobile Kommunikationssysteme, Flugerprobung, Systemintegration sowie Projektkoordination unter realen Einsatzbedingungen stärken. Die entwickelten Methoden zur Testplanung, EMV-Prüfung, Datenerhebung und -auswertung lassen sich künftig in ähnlichen Forschungsprojekten, insbesondere im Bereich ziviler Sicherheit, autonomer Systeme oder luftgestützter Kommunikationstechnologien, wiederverwenden und weiterentwickeln.

Die aufgebauten Infrastrukturen und das gewonnene Know-how bieten eine direkte Anschlussfähigkeit für Folgeprojekte, Drittmittelanträge und Kooperationen mit Praxispartnern. Zudem können die Erkenntnisse in die Lehre und studentische Projektarbeiten einfließen und so zur praxisnahen Ausbildung im Bereich Ingenieurwissenschaften beitragen. Die im Projekt realisierte Verbindung von Forschung, Anwendung und realer Einsatzsituation stellt ein wertvolles Beispiel für die Verwertung anwendungsorientierter Hochschulforschung dar.

FOKUS: Die Erkenntnisse aus der praxisnahen Erprobung eines 5G Systems, das in ein Ultraleichtflugzeug integriert ist, insbesondere in Anwendungsbereichen für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, erlaubten eine Erweiterung des Produkt- / Forschungsportfolios bzgl. portablen, hochintegrierten 5G Forschungsnetzen.

CADUS: Die Teilnahme an dem Forschungsprojekt hat für CADUS zu vertieften Kenntnissen sowohl für die Praxis als auch für weitere FuE-Projekte geführt, und das Portfolio der Organisation gestärkt.

Weiterführungsmöglichkeiten

Gibt es Pläne / Möglichkeiten, dass Angebotsteile selbständig weitergeführt werden? Wie soll das in welchem Zeitraum geschehen?)

FOKUS: FOKUS beabsichtigt die Entwicklungen des OMNT-Tools weiterzuführen.

CADUS: CADUS hat weiteren Erkenntnisbedarf, und ist zum jetzigen Zeitpunkt in einem weiteren Forschungsprojekt zum Thema involviert.

Wirtschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

Sehen Projektpartner die Möglichkeit einer wirtschaftlichen, ggf. auch indirekten, Verwertung, z.B. durch eine Weiterentwicklung zu kostenpflichtigen Angeboten? Werden andere wirtschaftliche Vorteile gesehen, z.B. durch höheren Bekanntheitsgrad? Wie werden diese umgesetzt?

THWi (AP3.1, AP2.2, AP3.3): Als Forschungseinrichtung ist eine direkte wirtschaftliche Verwertung des Projekts nicht vorgesehen. Jedoch tragen die entwickelten Technologien und die internationale Präsentation der Ergebnisse, beispielsweise auf der AERO und der Hannover-Messe, zur erhöhten Sichtbarkeit der beteiligten Partner bei. Diese gesteigerte Bekanntheit bietet indirekte wirtschaftliche Vorteile, etwa durch zukünftige Kooperationsprojekte mit Unternehmen oder neue Forschungsaufträge.

FOKUS: FOKUS ist als Teil der Fraunhofer gemeinnützig. Eine Verwertung richtet sich daher nach den Richtlinien für gemeinnützige Tätigkeiten. Die in SPRINT gewonnenen Kenntnisse erlauben, dass FOKUS eine erweiterte wissenschaftliche Begleitung für die Konzeption, Durchführung und Abnahme von 5G Campusnetzen in unterschiedlichen Anwendungsgebieten in sein Portfolio aufnehmen konnte.

CADUS: CADUS ist gemeinnützig, agiert ausschließlich im ideellen Bereich, und plant von daher keine wirtschaftliche Verwertung. Die Teilnahme an dem Forschungsprojekt stärkt jedoch das Portfolio der Organisation und führt zu einer verstärkten Sichtbarkeit, was sich positiv auf die Auftragslage für CADUS auswirken kann.

Wissenschaftliche Verwertung durch die Projektpartner

Sind absehbar Erkenntnisse erzielt worden, die wissenschaftlich verwertbar sind? Sind z.B. Erkenntnisse in FuE Projekte eingeflossen? Wurden oder werden Dissertationen angefertigt?

THWi (AP3.1, AP2.2, AP3.3): Die wissenschaftlichen Erkenntnisse aus dem Projekt fließen in verschiedene FuE-Vorhaben wie das geplante Projekt AMADEUS ein.

FOKUS: Wissenschaftliche Erkenntnisse konzentrieren sich auf den Bereich der Funkabdeckung von 5G Zellen auf Flughäfen und in Flugzeugen. Ebenso konnten Erfahrungen in der praxisnahen Anwendung der Methodologie zur Leistungsbewertung von 5G Systemen mittels autark agierender Laufroboter gesammelt werden. Die Ergebnisse und Erfahren fließen in Folgeprojekte wie z.B. AMADEUS ein.

CADUS: CADUS lässt die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse in weiteren FuE-Projekten einfließen.

Anschlussfähigkeit

Welche Möglichkeiten sehen Sie für auf dem Projekt aufbauende weitere Arbeiten wie Forschungsprojekte, Bildungsprogramme etc.? In welchem Zeitraum soll geschehen?

THWi (AP2.1, AP2.2): Die Projektergebnisse bieten zahlreiche Ansätze für aufbauende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

FOKUS: Es besteht die Möglichkeit, Studenten im Masterstudium und Dissertationsanwärter in die Erweiterung des OMNT Toolkits zu integrieren. Ebenso ist eine weitere Miniaturisierung des erprobten Systems denkbar, z.B. um es in eine Drohne zu integrieren. Dies wird bereits im Folgeprojekt AMADEUS mit Projektpartnern verfolgt.

CADUS: Für CADUS hat sich aus diesem Projekt weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf ergeben, und wird diesen in künftige Projekte einfließen lassen

Erfolgen oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses

FOKUS: 5G-Sprint, insbesondere das OMNT Toolkit und der autark agierende Laufroboter als Messplattform, wurden im Rahmen des FUSECO Forums 2024 vorgestellt.