

GESAMTSCHLUSSBERICHT

AMI-FlyingIN2Air

Vorhabenbezeichnung:

Entwicklung eines in die intermodale Reisekette integrierten digitalen Advanced Air Mobility (AAM) Flughafens

AMI-Dokumentenreferenz: AMI-FlyingIN2Air-REP-0262-V1.0	Förderkennzeichen (FKZ) Verbund: 45ILM1002
Laufzeit des Vorhabens: 09.08.2022 bis 30.06.2024	Datum: 25.10.2024

Zuwendungsempfänger / FKZ Partner:

Verantwortliche Ansprechperson:

**Airbus Urban Mobility (Konsortialführung) /
45ILM1002B**

Jochen Abt

**amd.sigma strategic airport management /
45ILM1002F**

Olaf Bünck

**DB Regio Bus Bayern /
45ILM1002A**

Dr. Christian Neff

**Munich Airport International /
45ILM1002E /**

Florian Preuss

**Stadt Ingolstadt /
45ILM1002H**

Tanja Herbst

**Technische Hochschule Ingolstadt /
45ILM1002G**

Prof. Dr. Andreas Riener

München, den 25.10.2024

Der Inhalt dieser Unterlage ist geistiges Eigentum der Partner der Air Mobility Initiative. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln der Förderrichtlinie Innovative Luftmobilität des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr gefördert. Alle Inhalte dieser Veröffentlichung sind im Rahmen der Regelungen des Zuwendungsbescheids urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt bei den jeweiligen Partnern der Air Mobility Initiative. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmustereintragung vorbehalten.

The content of this document is the intellectual property of the Air Mobility Initiative partners. The responsibility for the content of this publication rests with the authors. The project which forms the basis for this report was endorsed and partially funded by the German Federal Ministry for Digital and Transport in the scope of the Innovative Air Mobility funding scheme. All contents of this publication are protected by copyright within the framework of the grant approval regulations. The copyright lies with the respective partners of the Air Mobility Initiative. All rights are reserved in the event of the grant of a patent or the registration of a utility model or design.

Zusammenfassung

Dieses Dokument fasst Zielsetzung, Aktivitäten und Ergebnisse aus dem Projekt AMI-FlyingIN2Air in einem öffentlichen Gesamtschlussbericht zusammen. Der Bericht wurde von den beteiligten Verbundpartnern des Vorhabens erstellt und soll Erkenntnisse aus dem Projekt für eine interessierte Leserschaft dokumentieren, die nicht am Vorhaben beteiligt war und mit dem Themenbereich urbane Luftmobilität womöglich nicht vertraut ist.

Inhaltlich hat sich das Projekt mit der Integration von innovativer Luftmobilität auf Basis elektrisch angetriebener Luftfahrzeuge befasst, die senkrecht starten und landen können, sogenannten eVTOLs. Sie erweitern Angebote für den Passagiertransport und ermöglichen urbane Luftmobilität als zukünftigen Bestandteil intermodaler Reiseketten.

eVTOLs sind auf ausgewiesene Start- und Landeplätze angewiesen, sogenannte Vertiports. Wie auch Hubschrauberlandeplätze oder Flughäfen ermöglichen sie einen sicheren Flugbetrieb und folgen bezüglich Standortwahl und Gestaltung den Anforderungen und Bedarfen ihrer geplanten Nutzung. Für den kommerziellen Passagiertransport stellen sie zugleich ein wichtiges Bindeglied zwischen verschiedenen Mobilitätsformen dar, das nahtlose Übergänge zwischen eVTOL-Flugverbindungen und anderen Transportmitteln gewährleisten soll, um innovative Luftmobilität als sinnvolle Ergänzung bestehender Mobilitätsangebote zu etablieren.

Diese Zielsetzung bringt die Notwendigkeit mit sich, Vertiports in Umgebungen anzusiedeln, die komplexen Integrationsanforderungen unterliegen. AMI-FlyingIN2Air rückt diesen Kontext in den Mittelpunkt einer systematischen Betrachtung zur Erschließung des urbanen Raums für innovative Luftmobilität und richtet den Fokus der Aktivitäten dabei auf Vertiports als einem zentralen Systembestandteil eines übergeordneten Gesamttransportsystems für diese neue Mobilitätsform.

Im Projekt wurden Missionsanforderungen, Gesamtsystemarchitektur, Betriebskonzept, lokale Mobilitätsangebote sowie Akzeptanzfaktoren von Nutzenden und Öffentlichkeit identifiziert und in ein digitales Vertiportkonzept zur Vorbereitung einer späteren Umsetzung in Ingolstadt übersetzt. eVTOL-Flugverbindungen zwischen dem Flughafen München und der Stadt Ingolstadt dienen dem Projekt hierfür als Anwendungsfall. Annahmen zu technischen, operativen, regulatorischen und wirtschaftlichen Randbedingungen sowie zur Verfügbarkeit und Akzeptanz kommerzieller Angebote in einer frühen Marktphase bildeten die gemeinsame Grundlage für alle weiteren Arbeiten im Vorhaben.

Ausarbeitung, Durchführung und Auswertung von Nutzer- und Akzeptanzstudien mit Hilfe von physischen und virtuellen Umgebungen sowie die Entwicklung eines App-Demonstrators zur Veranschaulichung intermodaler Reiseketten standen im Fokus forschungsorientierter Aktivitäten mit Bürgerbeteiligung.

Parallel dazu erfolgte die umsetzungsorientierte Entwicklung eines modularen Konzepts für Vertiports mit Dachlandflächen auf Parkhäusern und angrenzenden Bürogebäuden in Systembauweise. Anwendbar auf diverse Standorte mit individuellen Möglichkeiten der Flächennutzung kann das in Kooperation mit Goldbeck erarbeitete und validierte Konzept variabel, kostengünstig und als Erweiterungsoption realisiert werden.

Erkenntnisse aus dem Projekt konnten der Öffentlichkeit im Rahmen eines einmonatigen Showrooms durch Fachvorträge, interaktive Ausstellungselemente und Diskussionen an der Technischen Hochschule Ingolstadt zugänglich gemacht werden. Ergänzend dazu wurden über ein Angebot der im Unterauftrag agierenden IFG Ingolstadt [ausgewählte Inhalte des Showrooms auch online verfügbar](#) gemacht.

Ergebnisse des Vorhabens sind standortunabhängig anwendbar und eingebettet in die Aktivitäten der Air Mobility Initiative (AMI), die als Konsortium von Partnern aus Industrie, Universitäten und Forschungseinrichtungen gemeinsam den Aufbau eines innovativen Lufttransportsystems untersucht und das Ziel verfolgt, dessen Entwicklung durch den Aufbau einer konkreten Realisierung von Verbindungen zwischen den Regionen München und Ingolstadt zu beschleunigen. AMI-FlyingIN2Air leistet hierzu einen auf weitere Projekte der Initiative abgestimmten Beitrag, durch den sich Synergieeffekte über das Vorhaben hinaus ergeben.

Die Verbundpartner des Projekts danken dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) für die Förderung des Vorhabens im Rahmen der Förderrichtlinie "Innovative Luftmobilität" und der Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV) für die fachliche und administrative Begleitung des Vorhabens als verantwortlichem Projektträger.

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzdarstellung des Vorhabens.....	7
I.1 Innovative Luftmobilität.....	7
I.1.1 Luftfahrzeug: eVTOL.....	7
I.1.2 Infrastruktur: Vertiports.....	9
I.1.3 Transportsystem: Luftmobilität.....	10
I.1.4 Mobilitätsräume: Erschließung der Dimension Luftraum.....	10
I.2 Motivation.....	12
I.2.1 Urbaner und regionaler Passagiertransport.....	12
I.2.2 Nahtlose intermodale Reiseketten.....	13
I.2.3 Digitale Konzepte zur Vorbereitung späterer Umsetzung.....	13
I.2.4 Parallele Entwicklungen in verbundenen Themenbereichen.....	13
I.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	14
I.4 Beteiligte Organisationen.....	15
I.4.1 Verbundpartner.....	15
I.4.2 Unterauftragnehmer.....	15
I.4.3 Kooperationspartner.....	15
I.5 Air Mobility Initiative (AMI).....	16
I.5.1 AMI Mission.....	16
I.5.2 Beiträge der AMI-Partner im Projekt AMI-FlyingIN2Air.....	17
I.5.3 Ergänzende AMI-Beiträge mit direktem Bezug zum Vorhaben.....	18
I.6 Ergebnisse und Ausblick.....	19
II. Darstellung der Ergebnisse im Vorhaben.....	21
II.1 Transportsystem Innovative Luftmobilität.....	21
II.2 Vertiport-Betriebskonzept.....	23
II.3 Vertiport-Designkonzept.....	24
II.4 Intermodale Mobilitätsangebote.....	29
II.5 Akzeptanz-, Nutzer- und Designstudien.....	33
II.5.1 Bürgerbeteiligung und Nutzerakzeptanz.....	33
II.5.2 VR-Studie kritische Flugsituationen.....	34
II.5.3 Akzeptanz-Studien Vertiport-Standorte und Überflughöhen.....	35
II.5.4 VR-Studie und Workshops Sitzausrichtung.....	35
II.5.5 Hybrider Showroom.....	36
II.6 Einführung innovativer Luftmobilität aus kommunaler Sicht.....	38

Abkürzungsverzeichnis

AAM	Advanced Air Mobility
AHS	American Helicopter Society
AIAA	American Institute of Aeronautics and Astronautics
AMI	Air Mobility Initiative
AöR	Anstalt öffentlichen Rechts
AMD	amd.sigma strategic airport development GmbH mit Sitz in Berlin (Verbundpartner)
AUM	Airbus Urban Mobility mit Sitz in München (Zuwendungsempfänger, Verbundführer seit 2023)
BAV	Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Zuwendungsgeber)
BOS	Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben
CNS	Communication, Navigation, Surveillance
ConOps	Concept of Operations
DB	DB Regio Bus – vertreten durch Regionalverkehr Oberbayern GmbH (ehemaliger Verbundführer)
EASA	European Union Aviation Safety Agency (Europäische Agentur für Flugsicherheit)
EDDM	ICAO–Code für Flughafen München (Franz Josef Strauß)
EDDN	ICAO–Code für Flughafen Nürnberg (Albrecht Dürer)
EMM	Europäische Metropolregion München
ETSI	ICAO–Code für Flughafen Ingolstadt Manching
EU	Europäische Union
eVTOL	Electric Vertical Takeoff and Landing Vehicle
FKZ	Förderkennzeichen
GmbH	Gesellschaft mit begrenzter Haftung
IAM	Innovative Air Mobility
IATA	International Air Transport Association
IBA	Internationale Bauausstellung
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFG	Industrie–Fördergesellschaft Ingolstadt AöR
IFR	Instrument Flight Rules
IGS	IATA–Code für Flughafen Ingolstadt
IN	Stadt Ingolstadt – vertreten durch Industrie–Fördergesellschaft Ingolstadt AöR (Verbundpartner)

KU	Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
MaaS	Mobility as a Service
MAI	Munich Airport International GmbH (Verbundpartner)
MIDS	Mathematisches Institut für maschinelles Lernen und Data Science (an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt)
MUC	IATA-Code für Flughafen München (Franz Josef Strauß)
NUE	IATA-Code für Flughafen Nürnberg (Albrecht Dürer)
RAM	Regional Air Mobility
SoI	System of Interest
SoS	System of Systems
THI	Technische Hochschule Ingolstadt (Verbundpartner)
UAM	Urban Air Mobility
UIC2	Urban-Air-Mobility Initiative Cities Community
UTM	Unmanned Traffic Management
VFS	Vertical Flight Society
VR	Virtuelle Realität (Virtual Reality)
VTOL	Vertical Takeoff and Landing Vehicle
WDW	Wohin-Du-Willst (Mobilitätsplattform der DB Regio AG)
WLAN	Wireless Local Area Network

I. Kurzdarstellung des Vorhabens

Dieses Kapitel gibt einen Gesamtüberblick über das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen der Förderrichtlinie “Innovative Luftmobilität” geförderte Vorhaben AMI-FlyingIN2Air mit dem Vorhabenszeitraum 9. August 2022 bis 30. Juni 2024.

Nach Einführung in das Themenfeld Innovative Luftmobilität beschreiben die folgenden Abschnitte Motivation, Aufgabenstellung und Zielsetzung des Verbundvorhabens, verweisen auf die mitwirkenden Organisationen, fassen erzielte Ergebnisse zusammen und ordnen diese in Bezug auf die Zielsetzung im Projekt selbst und die damit in Verbindung stehende Mission der Air Mobility Initiative (AMI) ein.

I.1 Innovative Luftmobilität

I.1.1 Luftfahrzeug: eVTOL

Technologischer Fortschritt – etwa in den Bereichen elektrische Energiespeicherung und Antriebstechnologie, Leistungs- und Mikroelektronik, komplexe Software und Konnektivität – ermöglicht die Realisierung passagiertragender Luftfahrzeuge, die vollelektrisch betrieben werden und senkrecht starten und landen können. Luftfahrzeuge dieser Kategorie sind international unter dem Begriff “electric Vertical Take-Off and Landing (eVTOL) aircraft”, kurz eVTOL, bekannt.

Die Entwicklung von eVTOLs verläuft seit der Entstehung erster Konzepte vor etwa 15 Jahren sehr dynamisch. Die kurze Geschichte dieser noch jungen Luftfahrzeugkategorie verdeutlicht das. Erste eVTOL-Konzepte werden ab 2010 als fliegende Prototypen in verkleinertem Maßstab erprobt. In den Folgejahren entstehen zunächst vereinzelt, dann in immer größerer Zahl weitere Konzepte und Demonstratoren. Mit dem “American Institute of Aeronautics and Astronautics” (AIAA) und der “American Helicopter Society” (AHS) führen im Jahr 2014 zwei international führende wissenschaftliche Fachverbände im Bereich der Luft- und Raumfahrt bzw. von Drehflüglern den Begriff eVTOL als neue Luftfahrzeugkategorie ein. Bereits vier Jahre später trägt die seit 1943 bestehende AHS dieser Entwicklung auch durch die Umbenennung der Organisation in “Vertical Flight Society” (VFS) Rechnung. Deren eVTOL-Verzeichnis erreicht im April 2024 die Marke von 1000 gelisteten Konzepten (und über 430 Entwicklern). Das Verzeichnis erfasst Konzepte in verschiedenen Entwicklungsphasen und Reifegraden mit unterschiedlichen technischen Konfigurationen und Fähigkeiten, die auf ein breites Spektrum potenzieller Anwendungsfälle abzielen.

Förderprogramme und Investitionsvolumen veranschaulichen die Bedeutung, die eVTOLs und damit verbunden die innovative Luftmobilität für Wissenschaft und Wirtschaft mittlerweile erlangt haben. Zugleich sind sie Indikator dafür, dass innovativer Luftmobilität ein wichtiger und wirtschaftlich tragfähiger Beitrag zur Bereitstellung nachhaltiger Mobilitätsangebote in Aussicht gestellt wird, der in vielen Bereichen und Umgebungen bereits Gestalt annimmt. eVTOLs als Transportmittel werden zukünftig Angebote in Bereichen schaffen, in denen sie Mobilitätsbedarfe mit ihren Fähigkeiten sinnvoll ergänzen können, d.h. technisch und operationell sicher, wirtschaftlich, umweltverträglich und mit gesellschaftlichem Mehrwert durchführbar sind. Geringe Lärm- und klimaschädliche Schadstoffemissionen sind hierfür Voraussetzung. Herausforderungen bei der Entwicklung, Zulassung und Markteinführung von eVTOLs sind vielschichtig und entfalten weit über die Entwicklung des Luftfahrzeugs hinaus eine Dynamik, die häufig zurückgeht auf deren bauartbedingte Besonderheiten, damit verbundener Anforderungen sowie Randbedingungen des angestrebten operativen Umfelds.

eVTOL-Entwürfe spannen ein breites Spektrum an Luftfahrzeug-Konfigurationen auf, die sich teilweise deutlich von etablierten Kategorien unterscheiden. Typischerweise widersprüchliche Optimierungsziele technischer Machbarkeit (z.B. bezüglich Effizienz im Schwebeflug bzw. Vorwärtsflug) sind im Vorentwurf gegeneinander abzuwägen und in eine Umsetzung zu überführen, die aufeinander abgestimmte Anforderungen bestmöglich abbildet (etwa in Bezug auf realisierbare Kombinationen von Nutzlast und Reichweite). Entwicklung und Zulassung stützen sich dabei auf bestehende Erfahrungswerte, Vorschriften und Standards, die aber nur bedingt auf eVTOLs anwendbar und daher teilweise noch zu erarbeiten sind.

Die Batterietechnologie stellt einen derzeit noch stark limitierenden Faktor für die im eVTOL insgesamt speicherbare Energiemenge und den damit realisierbaren Missionsprofilen dar. Anders als flüssige Energieträger geht das Systemgewicht der Batterien als Energiespeicher invariant mit von der Energiedichte abhängigem, aber vom Ladezustand unabhängigen Anteil in das Gesamtgewicht des eVTOLs ein.

VTOL-fähige Luftfahrzeuge erzeugen über rotierende aerodynamische Profile Schub, der über eine Flugsteuerung in Stärke und Richtung veränderbar ist und Gewicht und Luftwiderstand entgegenwirkt. Bei eVTOLs erfolgt die Schubkontrolle meist durch Ansteuerung von Propellern mit variabler Drehzahl, die Schub jeweils ausschließlich entlang einer ggf. schwenkbaren Antriebsachse erzeugen. Hubschrauber hingegen verfügen über Rotoren mit kollektiver und meist auch individueller Blattverstellung, die auch bei unveränderlicher Orientierung von Antriebsachse und konstanter Drehzahl den Schub in Stärke und Richtung variieren können.

Zahlreiche eVTOL-Konfigurationen verfügen außerdem über Flügel, die im Vorwärtsflug Auftrieb durch Luftanströmung erzeugen. Mit Propellern, die Schub in Flugrichtung erzeugen, lassen sich so eine höhere Effizienz im Vorwärtsflug und eine größere Reichweite erzielen. Im Langsam- und Schwebeflug hingegen tragen Flügel wenig bzw. nicht zum Auftrieb bei. Deren Gewicht muss dann ausschließlich durch erzeugten Schub getragen werden, was sich negativ auf die Effizienz im Schwebeflug auswirkt. Die Effizienz von Rotoren bzw. Propellern nimmt im Schwebeflug mit größerem Durchmesser zu. Luftmassen, die durch kleinere Rotor- bzw. Propellerflächen hindurchströmen, müssen stärker als ein auf größerer Fläche erzeugter Luftmassenstrom beschleunigt werden, um eine Schubwirkung zu erzeugen, die das Gewicht des Luftfahrzeugs trägt. Die im Schwebeflug zu erzeugende Schubkraft steht im direkten Verhältnis zum Gewicht des eVTOLs. Höhere induzierte Geschwindigkeiten in Relation zur Masse führen zu stärkerem Abwind, dem sogenannten "Downwash".

Kompakte elektrische Antriebe mit hoher Leistungsdichte können in eVTOLs vergleichsweise einfach über das Luftfahrzeug verteilt integriert werden, wohingegen in Hubschraubern die mechanische Leistungsübertragung von Verbrennungsmotor(en) über einen Antriebsstrang mit Getrieben und Gelenkwellen zu den Rotoren erfolgt. Eine ausschließlich elektronische Flugsteuerung bei eVTOLs reduziert die mechanische Komplexität des dynamischen Systems, dessen Integration und zugehörigen Wartungsaufwand sowie die damit verbunden laufenden Betriebskosten im Vergleich zu Hubschraubern erheblich. Dem entgegen stehen ggf. erforderliche Mechanismen zum koordinierten Schwenken von Antriebsachsen bei eVTOLs. Der bauartbedingte Entfall einer mechanischen Flugsteuerung in eVTOLs mit verteilten elektrischen Antrieben ermöglicht bei entsprechender Architektur und Auslegung einen sehr hohen Automatisierungsgrad und eröffnet dadurch Perspektiven auch zur Integration von Autonomiefunktionen, die zukünftig einen Betrieb von eVTOLs ohne Pilot(in) an Bord ermöglichen sollen (für den kommerziellen Transport von Passagieren ist das jedoch nicht zeitnah zu erwarten).

1.1.2 Infrastruktur: Vertiports

Wie andere Luftfahrzeuge sind eVTOLs auf dedizierte Infrastruktur angewiesen, sogenannte Vertiports. Sie schaffen bauliche Voraussetzungen am Boden, um eine sichere Durchführung von Starts und Landungen, aber auch operativen Abläufen am Boden zu gewährleisten. Gleichzeitig stellen sie ein wichtiges Bindeglied zwischen verschiedenen Mobilitätsformen dar, das nahtlose Übergänge zwischen Flugverbindungen und anderen Transportmitteln gewährleisten soll, um innovative Luftmobilität als sicheres und effizientes Transportsystem zu etablieren.

Bezüglich Standortwahl und Gestaltung folgen Vertiports den Anforderungen und Bedarfen ihrer geplanten Nutzung. Eine effektive und effiziente Realisierung erfordert daher die Berücksichtigung einer Vielzahl von Perspektiven, die luft- und landseitige Elemente eines Vertiports betreffen und auch Aspekte beinhalten, die über die direkte Nutzung hinausgehen. Umweltverträglichkeit, Interessen ortsansässiger Gemeinschaften oder Organisationen, aber auch übergeordnete strategische Ziele einer Region sind Teil einer solchen Betrachtung. Zudem ist ein langfristig vorausschauender Blick auf den Lebenszyklus einer Infrastruktur und deren erwarteter Nutzung erforderlich. Erwartete Veränderungen in der Entwicklung von Angeboten und Nachfrage, antizipierte Mobilitätstrends und -bedarfe, aber auch Kenntnisse über finanzielle Rahmenbedingungen für mögliche Investitionen sind weitere Faktoren, die Einfluss auf einen fundierten Entscheidungsfindungsprozess bezüglich der Realisierung von Vertiports und ihrer weiteren Entwicklung haben.

Im Bereich der Flughafenentwicklung sind derartige Aktivitäten im Kontext "Master Planning" gebündelt. Dieser erfasst zukünftige Anforderungen an einen Flughafen und erarbeitet eine Vision für die Umsetzung seines vollen Potenzials anhand eines Entwicklungskonzepts, das kurz-, mittel- und langfristige Infrastrukturmaßnahmen umfasst und sich auf mögliche Entwicklungsszenarien stützt. Master Planning ist ein wiederkehrender Prozess, der anlassbezogen erfolgen kann, unabhängig davon aber auch turnusmäßig vorgeschrieben ist, um bestehende Konzepte regelmäßig zu überprüfen und zu aktualisieren.

Auch für Vertiports eignen sich Methoden und Prozesse des Master Plannings als Werkzeug zur systematischen und strukturierten Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen. Wie bei Flughäfen können sie auf Größe und Besonderheiten unterschiedlicher Umgebungen zugeschnitten werden. Anzunehmen ist, dass Komplexität und Umfang in Relation zur Größe der zu betrachtenden Infrastruktur stehen und für Vertiports im Vergleich zu größeren Verkehrsflughäfen daher einen entsprechend geringeren Gesamtumfang aufweisen. Grundsätzliche Bestandteile bleiben jedoch unverändert: das Erfassen verfügbarer Daten, die Prognose von Mobilitätsbedarfen und -angeboten, die Definition von Szenarien und Entwicklungsoptionen sowie die Ausarbeitung eines Entwicklungsplans.

Anders als im etablierten Flughafenumfeld gewinnen im Bereich innovative Luftmobilität als neu entstehendem und dynamischen Mobilitätssegment die Identifikation und Analyse von Unsicherheiten an Bedeutung, etwa bezüglich Auswirkungen von Fähigkeits- oder Regulierungslücken, Dynamik des Entwicklungsfortschritts in relevanten Technologiefeldern, Wechselwirkungen zwischen neu entstehenden Transportangeboten im Bereich Luftmobilität und anderen Mobilitätsformen oder auch sich verändernden Mobilitätsverhalten und -bedarfen.

1.1.3 Transportsystem: Luftmobilität

Unabhängig vom konkreten Anwendungsfall schafft die Betrachtung innovativer Luftmobilität als Transportsystem einen Gesamtzusammenhang, in dem das Luftfahrzeug mit weiteren relevanten Systemen im Verbund eine übergeordnete Transportfunktion verwirklicht. Diese integrierte Betrachtungsweise ermöglicht es, Anforderungen an das Transportsystem systematisch mit möglichen Umsetzungen und daran beteiligten Systemen in Beziehung zu setzen und Abhängigkeiten bewerten zu können.

eVTOLs als maßgeblicher Treiber für die Entstehung von Transportlösungen im Bereich innovative Luftmobilität sind dabei eines der relevanten Systeme von Interesse, aber auch Vertiports, Luftraumintegration und andere Teilbereiche können jeweils als weiteres sogenanntes “System of Interest” (SoI) erforderliche und mit anderen Sols in Verbindung stehende Beiträge zur Gesamtfunktionalität eines Transportsystems erbringen, das im Systemverbund als sogenanntes “System of Systems” (SoS) betrachtet werden kann.

Im Projektkontext erfolgte die Abgrenzung des Transportsystems in Anlehnung an die übergeordnete Mission der Air Mobility Initiative (AMI), die den Aufbau einer realisierbaren Minimallösung für den Transport von Passagieren mit einem eVTOL zwischen Vertiports am Flughafen München und in der Stadt Ingolstadt anstrebt und im Flug digitale Dienste zur Luftraumintegration nutzt (siehe [1.5](#)). Innovative Luftmobilität als Transportsystem befasst sich mit den hierfür relevanten Elementen. Projektaktivitäten schaffen einen Rahmen, um technische und operationelle Umsetzungskonzepte für diesen Anwendungsfall zu erarbeiten, aber auch um regulatorische, wirtschaftliche, nutzerorientierte und öffentliche Aspekte abbilden und berücksichtigen zu können.

1.1.4 Mobilitätsräume: Erschließung der Dimension Luftraum

Innovative Luftmobilität befasst sich mit der Integration neuartiger Lufttransportkonzepte in bestehende Mobilitätsumfelder. Dieser Kontext beschränkt sich nicht auf eVTOLs als neue Luftfahrzeugkategorie, sondern schließt weitere Plattformen mit ein, die sich gemeinsam in denselben Räumen bewegen und aufeinander abgestimmt in bestehende Mobilitätsumfelder (am Boden und in der Luft) integriert werden müssen. Weitere Teilnehmer im Luftraum können etwa unbemannte Flugsysteme (“Unmanned Aerial Systems” – UAS) sein, aber auch Hubschrauber oder andere existierende fliegende Plattformen sind potenziell einzubeziehen.

Als Oberbegriff für innovative Luftmobilität sind die Begriffe “Advanced Air Mobility” (AAM) und “Innovative Air Mobility” (IAM) verbreitet. Für spezifische Mobilitätsumfelder haben sich zudem weitere Begriffe für Luftmobilität etabliert: “Urban Air Mobility” (UAM) im städtischen Umfeld, “Regional Air Mobility” (RAM) im regionalen Kontext. Die unterschiedlichen Begriffe deuten an, dass innovative Luftmobilität als Mobilitätsraum nicht nur in sich, sondern auch bezogen auf Mobilitätsumfelder sehr vielschichtig sein kann.

Die Betrachtung innovativer Luftmobilität als Bestandteil von Mobilitätsräumen beschränkt sich im Projektkontext auf eVTOLs als neu entstehendes Transportangebot. Die folgenden Abschnitte skizzieren exemplarisch ein mögliches Vorgehen, wie eine Integration von eVTOLs als Transportangebot in ein Mobilitätsumfeld begleitet und unterstützt werden kann.

Zunächst sind Transportbedarfe in Mobilitätsräumen zu identifizieren, für die Szenarien mit Beteiligung von eVTOLs in konkreten Anwendungsfällen infrage kommen. Für diese ist die technische Machbarkeit nachzuweisen. Im einfachsten Fall erfolgt diese Betrachtung unter der Annahme, dass ein AAM-Transportangebot in ein Mobilitätsumfeld integriert wird, das unabhängig von dieser Integration unverändert weiter besteht.

Grundlegende operationelle Konzepte und Anforderungen an eine AAM-Integration können anfangs unabhängig von einer konkreten Umsetzung erarbeitet werden. Dabei werden bekannte Informationen berücksichtigt, etwa hinsichtlich bereits verfügbarer Technologien und Verfahren, rechtlicher Rahmenbedingungen oder ökonomischer und gesellschaftlicher Aspekte – ggf. auch im Hinblick auf deren erwartete weitere Entwicklung. Auf der Basis umfassender Betrachtungen kann so ein Gesamtverständnis für AAM-Mobilitätsbeiträge und mögliche Realisierungsperspektiven geschaffen werden, die Mehrwert erzeugen.

Darauf aufbauend schaffen Erprobungsräume für zielgerichtete, anforderungsgetriebene und minimale Umsetzungen zur Integration dedizierter AAM-Anwendungsfälle Möglichkeiten zur Gewinnung wertvoller Daten und Erfahrungen aus der Praxis. Erkenntnisse aus solchen Reallabor-Umgebungen sind erforderlich, um das gewonnene Verständnis von technischen, operativen und regulatorischen Herausforderungen und Zusammenhängen zu validieren. Gleichzeitig schaffen Erprobungsräume auch Möglichkeiten zur Begegnung mit potenziellen Nutzern und der Öffentlichkeit. Dort kann man unter Realbedingungen über innovative Luftmobilität informieren, aber auch Akzeptanzfaktoren, Nutzerverhalten und wirtschaftliche Erfolgsfaktoren ermitteln. Erprobungsräume schärfen zudem das Verständnis von relevanten Faktoren für die Praktikabilität und Profitabilität integrierter Lufttransportlösungen, damit verbundener Unsicherheiten und der Sensitivität bestimmter Einflussfaktoren auf die AAM-Integration insgesamt bzw. Teilaspekten davon. Erprobungsräume können als Lernumgebung somit einen Weg aufzeigen, Innovationen den Weg aus der Theorie in die Praxis zu ebnen, um deren Potenziale unter Beweis stellen zu können. Zugleich lässt sich die Folgenabschätzung für beteiligte Akteure, zu erschließende Mobilitätsregionen, aber auch die Öffentlichkeit und die Umwelt in solchen Umgebungen verbessern.

Mit ersten Integrationen innovativer Luftmobilität für reale Anwendungsfälle können zu einem späteren Zeitpunkt Beobachtungen aus dem operativen Umfeld gesammelt und Daten darüber erhoben werden, wie zusätzliche AAM-Transportangebote in Mobilitätsräumen angenommen werden, wo sie Anteile im Markt gewinnen können und inwieweit sich das auf das übrige Marktgeschehen auswirkt. Mit zunehmender Verfügbarkeit und Verbreitung von AAM-Transportlösungen im Verbund mit bestehenden Mobilitätsangeboten wird sich zeigen, wie innovative Luftmobilität Mobilitätsräume mitgestalten kann und welche Effekte sich für die Attraktivität erschlossener Regionen und ihre Bevölkerung daraus ergeben.

Weiterhin wird zu beobachten sein, wie äußere Faktoren Mobilitätsverhalten beeinflussen, beispielsweise bedingt durch Technologieentwicklungen in anderen Bereichen, aber auch durch gesellschaftliche oder wirtschaftliche Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen.

Perspektivisch soll innovative Luftmobilität die Raumentwicklung hinsichtlich zeitlicher und räumlicher Erreichbarkeiten unterstützen. Der Aufbau eines flächendeckenden Angebots mit hierfür nur punktuell erforderlicher Infrastruktur am Boden ist dabei ein grundsätzlicher Vorteil, den diese Mobilitätsform im Vergleich zu anderen Transportsystemen aufweist und sowohl in städtischen als auch ländlichen Räumen für sich nutzen kann.

Letztlich kann noch nicht vorhergesagt werden, welche Bedeutung innovative Luftmobilität auf die komplexe und dynamische Gesamtentwicklung von Mobilitätsräumen haben wird und wie sich dies auf deren Attraktivität und Lebensqualität für die Bevölkerung auswirken wird. Ein ganzheitlicher und strukturierter Blick auf das Transportsystem innovative Luftmobilität und dessen Integration in Mobilitätsräume schafft jedoch einen systematischen und geordneten Rahmen für ein gemeinschaftliches Engagement in diesem Bereich, um diesen Beitrag positiv zu gestalten.

I.2 Motivation

Abhängig von Zuschnitt und Anwendungsfall als Kontext für AAM-Integrationen in Mobilitätsräumen können mögliche Realisierungen sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Projekte der Air Mobility Initiative befassen sich aufeinander abgestimmt mit Teilaspekten einer systematischen AAM-Gesamtbetrachtung. Hierfür schafft die AMI-Mission mit einem gezielt ausgewählten Anwendungsfall und Mobilitätsraum projektübergreifend einen gemeinsamen Kontext (siehe [I.1.3](#) bzw. [I.5](#)).

AMI-Projekte begegnen der Kluft zwischen AAM-Visionen und dem Status Quo durch einen systematischen Aufbruch der komplexen Herausforderungen, die die AMI-Mission abbildet. Einzelprojekte clustern Forschungsfragen der AMI-Mission thematisch, um relevante Aspekte für einen Teilbereich der Mission umfassend zu betrachten und deren Umsetzung damit vorantreiben zu können. Das Verständnis für relevante Aspekte innovativer Luftmobilität wird durch Projektarbeit am Beispiel der AMI-Mission geschärft und ihre Realisierung vorbereitet. AMI-Projekte leisten so einen Beitrag zur Beschleunigung der AAM-Entwicklung insgesamt. Darüber hinaus setzt die angestrebte frühe Umsetzung einer AAM-Integration für den wichtigen Anwendungsfall des kommerziellen Passagiertransports im Mobilitätsraum der Europäischen Metropolregion München (EMM) einen wichtigen Impuls für Industrie und Öffentlichkeit in Bayern und darüber hinaus.

Eingebettet in diesen übergeordneten Kontext, rückt AMI-FlyingIN2Air die Integration innovativer Luftmobilität im urbanen Raum als Zielsetzung in den Fokus und befasst sich inhaltlich vorrangig mit Vertiports als relevantem Bestandteil in diesem Mobilitäts Umfeld. Projektaktivitäten sollen erste Schritte zur Erschließung dieses Mobilitätsraums begleiten. Wie zuvor in [I.1.2](#) skizziert, zunächst ausgehend von Analysen des Mobilitäts Umfelds, um grundlegende Rahmenbedingungen für die Konzeption einer AAM-Integration zu erfassen. Auch erste Machbarkeitsuntersuchungen können im Projektrahmen erbracht werden. Folgeaktivitäten nach Projektabschluss sollen hierdurch ermöglicht werden, die konkrete Umsetzungsschritte für Lernumgebungen und Einsätze unter Realbedingungen vorbereiten. Die folgenden Unterabschnitte führen kurz in ausgewählte Schwerpunktthemen für das Projekt AMI-FlyingIN2Air ein.

I.2.1 Urbaner und regionaler Passagiertransport

eVTOLs, die senkrecht starten und landen können und mit verteilten elektrischen Antrieben über eine im Vergleich zu anderen Luftfahrzeugen günstige Lärmsignatur verfügen, erschließen den niedrigen Luftraum über dicht besiedelten Gebieten potenziell für innovative Luftmobilität. Andererseits sind eVTOLs als Transportmittel mit vergleichsweise geringer Reichweite in ihrem Einsatzradius beschränkt. Passagiertransport im urbanen und regionalen Kontext ist daher seit dem Aufkommen erster eVTOL-Konzepte ein mit Interesse verfolgter Anwendungsfall für innovative Luftmobilität. Transportangebote in diesem Umfeld sollen eine zusätzliche Mobilitäts option für Verbindungen schaffen, die bodengebunden nur zeitaufwändig oder ineffektiv zu bewältigen sind – etwa aufgrund geographischer Gegebenheiten, eingeschränkter Verkehrsinfrastruktur oder hohem Verkehrsaufkommen und damit einhergehenden verlängerten Reisezeiten oder -wegen.

1.2.2 Nahtlose intermodale Reiseketten

Um eVTOLs als sinnvolle Ergänzung bestehender Mobilitätsangebote zu etablieren, muss das zugehörige Lufttransportsystem gewinnbringend in Mobilitätsräume integriert werden. Innovative Luftmobilität muss dazu attraktiv genug sein, um in Konkurrenz zu den übrigen Mobilitätsangeboten eine kostendeckende Nachfrage zu generieren. Das erfordert die Erschließung von Verbindungsoptionen mit Luftmobilität, die Mehrwert für ihre Nutzer schafft.

Das kann nur gelingen, wenn dieser Mehrwert für den individuellen Mobilitätsbedarf über die gesamte Reisekette besteht. Da AAM-Transportangebote nicht als Tür-zu-Tür-Verbindung realisierbar sind, sondern immer über Vertiports als Zugangspunkte führen, deckt AAM als Transportangebot immer nur Einzelsegmente sogenannter intermodaler Reiseketten ab, die Verbindungen durch Verknüpfung unterschiedliche Transportmittel realisiert. Streckennetz und Angebot für innovative Luftmobilität sind also nur in Verbindung mit der Nutzung weiterer Verkehrsarten für den Kunden mehrwertfähig; gleichzeitig stehen sie in gut ausgebauten Mobilitätsräumen in starker Konkurrenz zu Angeboten auf alternativen Verkehrswegen.

Aus Nutzersicht relevante Mehrwert-Faktoren wie Kosten, Reisezeit und Reisequalität oder Zuverlässigkeit der Verbindung, müssen AAM-Transportangebote für die gesamte Reisekette darstellen können. Eine nahtlose Verflechtung innovativer Luftmobilität mit weiteren Verkehrsträgern und Mobilitätsangeboten ist entscheidend.

1.2.3 Digitale Konzepte zur Vorbereitung späterer Umsetzung

Im derzeitigen Umfeld technologiegetriebener AAM-Produktentwicklung ("technology push") mit teilweise unbekanntem Rahmenbedingungen für ein zukünftiges AAM-Marktumfeld sind Folgenabschätzungen mit Unsicherheiten behaftet. Projektaktivitäten in einem Verbund, der mit unterschiedlichen Perspektiven und Kernkompetenzen eine umfassende Betrachtung dieses Umfelds ermöglicht, tragen zur Verbesserung solcher Folgenabschätzungen bei und stärken die Berücksichtigung von Nutzerinteressen und Akzeptanzfaktoren, damit bedarfsgerechte Mobilitätsangebote entwickelt werden können ("market pull"). Für innovative Luftmobilität als neu entstehende Mobilitätsform schaffen digitale Zwillinge Möglichkeiten zur Veranschaulichung und Validierung von Konzepten und deren Erprobung noch vor kostenintensiven Realisierungen. Virtuelle Umgebungen sind somit ein wichtiges Werkzeug, um Entwickler, Planer und Entscheidungsträger, aber auch öffentliche Stellen und Bürger frühzeitig in Entwicklungen und Entscheidungsprozesse einbeziehen zu können.

1.2.4 Parallele Entwicklungen in verbundenen Themenbereichen

Der Aufbau von innovativer Luftmobilität vollzieht sich dynamisch, parallel und voneinander abhängig in vielen Themenbereichen. Verfügbare Technologien und die Positionierung von eVTOL-Transportangeboten in einem noch nicht etablierten Marktumfeld bestimmen deren Auslegung. Das relevante Marktumfeld und dessen Entwicklungspotenzial wiederum sind abhängig von Vorschriften, die zum Teil nur auf Basis verfügbarer Erfahrungswerte, Daten und Erkenntnissen aus dem realen Betrieb von eVTOLs heraus erarbeitet werden können. Dies wiederum setzt voraus, dass grundlegende Entscheidungen hinsichtlich der Auslegung und Entwicklung von eVTOLs bis dahin in einem noch unsicheren Umfeld getroffen werden.

Eine holistische Betrachtungsweise parallel laufender Entwicklungen, ein aufeinander abgestimmtes iteratives Vorgehen und die Einbeziehung unterschiedlicher Perspektiven sind daher für einen effizienten und erfolgreichen Aufbau innovativer Luftmobilität entscheidend.

I.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Kernziel des Projektes war die Konzeption eines digitalen AAM-Flughafens (Vertiport), der anhand realer Anwendungsfälle und -konzepte (“Concept of Operations” – CONOPS) entwickelt wird und alle Systeme integriert, die bei einer physischen Umsetzung für den Regelbetrieb und im Zusammenspiel mit anderen Verkehrsmitteln zu berücksichtigen sind. Dazu war es notwendig, relevante Komponenten für den Betrieb eines AAM-Flughafens sowie System- und Kommunikationsschnittstellen eines übergeordneten Systemverbunds (“System of Systems”) zu identifizieren und bei der Entwicklung eines prototypischen Vertiports in digitaler Umsetzung zu berücksichtigen. Das Vertiportkonzept sollte zudem planerische und regulatorische Fragestellungen erörtern.

Ein “Mobility as a Service” (MaaS)-Demonstrator sollte auf Basis der Mobilitätsplattform “Wohin-Du-Willst” (WDW) entwickelt werden, um die Nutzung eines mit anderen Mobilitätslösungen vernetzten AAM-Angebots darzustellen. Die App sollte das anhand eines virtuellen Buchungsprozesses für einen eVTOL-Flug illustrieren.

Das Zusammenspiel urbaner Luftmobilität mit anderen Verkehrsmitteln sollte für die Öffentlichkeit zudem mit Hilfe von Visualisierungen und virtuellen Umgebungen erlebbar gemacht werden. Simulierte Anwendungsfälle vernetzter Mobilität sollten innovative Luftmobilität als integrierten Bestandteil intermodaler Reiseketten veranschaulichen. AAM-Umgebungen in virtueller Realität (VR) sind in diesem Zusammenhang wichtiges Werkzeug zur Evaluierung von Akzeptanz- und Designkriterien, etwa um den Innenraum von eVTOLs und Vertiports hinsichtlich ihrer Benutzerfreundlichkeit und Akzeptanz zu bewerten. Zudem können Erkenntnisse aus Nutzer- und Bürgerbeteiligung auch im technischen Design von Vertiports berücksichtigt werden.

Allgemeingültige Erkenntnisse sollten in Handlungsempfehlungen zusammengefasst und öffentlich zur Verfügung gestellt werden. Fragestellungen zu Infrastrukturanforderungen, gesetzlichen Rahmenbedingungen, Betriebskonzepten und der Integration des Nahverkehrs sollten anhand eines ausgewählten “Best-Practice“-Beispiels für die Integration eines Vertiports erörtert werden.

Die Projektaktivitäten insgesamt sollten einen Beitrag zur Markteinführung und Skalierung von innovativer Luftmobilität leisten, der im Verbund mit weiteren Vorhaben (etwa im Kontext der Air Mobility Initiative) Synergien schafft und den Schwellenwert für Kommunen zur Einführung von innovativer Luftmobilität senkt.

I.4 Beteiligte Organisationen

I.4.1 Verbundpartner

Am Projekt AMI-FlyingIN2Air waren folgende Verbundpartner als Zuwendungsempfänger mit den genannten Themenschwerpunkten beteiligt, für die sie hauptverantwortlich waren:

- AMD** amd.sigma strategic airport development GmbH
- [Vertiport-Designkonzept \(siehe II.2\)](#)
- AUM** Airbus Urban Mobility GmbH
- Konsortialführung Anfang 2023 übernommen von DB Regio Bus Bayern
 - Erstellung Gesamtschlussbericht (ausgenommen Beiträge [II.2](#) bis [II.6](#))
 - [Gesamtbetrachtung Innovative Luftmobilität \(siehe II.1\)](#)
- DB** DB Regio Bus Bayern – vertreten durch Regionalverkehr Oberbayern GmbH
- [Intermodale Mobilitätsangebote \(siehe II.4\)](#)
- IN** Stadt Ingolstadt – vertreten durch die IFG Ingolstadt AöR
- [Einführung innovativer Luftmobilität aus kommunaler Sicht \(siehe II.6\)](#)
- MAI** Munich Airport International GmbH
- [Vertiport-Betriebskonzept \(siehe II.2\)](#)
- THI** Technische Hochschule Ingolstadt
- [Akzeptanz-, Nutzer- und Designstudien \(siehe II.5\)](#)

I.4.2 Unterauftragnehmer

Folgende Unternehmen waren im Unterauftrag eines Verbundpartners am Projekt beteiligt:

BeSB GmbH (im Unterauftrag von THI)
zur Modellierung von Flug- und Umgebungsgeräuschen und deren Einbettung in eine “Virtual Reality” (VR)-Umgebung

GOLDBECK GmbH (im Unterauftrag von AMD)
zur Erstellung eines Konzepthandbuchs für die Integration von Vertiports auf Parkhäusern

Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt (im Unterauftrag von THI)
für Akzeptanzstudien zu Vertiport-Standorten (quantitativ) und Überflughöhen (qualitativ)

Mischfabrik GmbH (im Unterauftrag von THI)
zur Erstellung von Überflugvideos für die Einbettung in Nutzer- und Akzeptanzstudien

proband15 GmbH (im Unterauftrag von THI)
zur Erstellung einer VR-Umgebung mit Unity

I.4.3 Kooperationspartner

Für das Projekt AMI-FlyingIN2Air wurden als Kooperationspartner gewonnen:

IN-Campus GmbH zur Sondierung projektbezogener Optionsflächen für einen Vertiport am Ingolstädter Technologiepark incampus und zur Validierung der baulichen Machbarkeit des Konzepts von Vertiports auf Parkhäusern im urbanen Mobilitätskontext

I.5 Air Mobility Initiative (AMI)



Die Air Mobility Initiative (AMI) ist ein offenes Konsortium von Partnern aus Industrie, Universitäten und Forschungseinrichtungen, das gemeinsam den Aufbau eines innovativen Lufttransportsystems untersucht und das Ziel

verfolgt, die Entwicklung eines eVTOL-basierten Transportsystems für innovative Luftmobilität zu beschleunigen. Im Rahmen laufender AMI-Projekte erfassen derzeit 34 Partner die Erfordernisse an ein solches Ökosystem in Bezug auf:

- den Transport von Passagieren und/oder Gütern im Kontext
 - UAM für kurze Distanzen
(vorwiegend für Verbindungen innerhalb einer Metropolregion)
 - RAM für längere Distanzen
(vorwiegend für Verbindungen zwischen Metropolregionen)
- die wesentlichen Bestandteile einer übergeordneten Luftmobilitätslösung, die für sich als unabhängige Systeme betrieben werden können, in Kombination aber mehr Funktionalität und Leistungsfähigkeit bieten als die Summe der Einzelsysteme:
 - Batteriebetriebenes Luftfahrzeug, das senkrecht starten und landen kann (eVTOL)
 - Luftseitige Infrastruktur insbesondere für “Unmanned Traffic Management” (UTM)
 - Bodenseitige Infrastruktur (Vertiports) zur Integration von Luftmobilität
(mit Fokus auf Städte und Flughäfen als Integrationsumgebungen)
- Zentrale Herausforderungen in den Bereichen
 - Zulassung und rechtliche Rahmenbedingungen
(für eVTOLs und weitere Bestandteile des Transportsystems)
 - Reifegrad von Technologien
(z.B. Batterie im Vergleich zu Wasserstoff-Brennstoffzelle)
 - Gesellschaftliche Akzeptanz

Während sich die Zielsetzungen einzelner Vorhaben mit AMI-Beteiligung untereinander inhaltlich abgrenzen, ergeben sich AMI-übergreifend aus dem Zusammenschluss der erzielten Projektergebnisse Synergieeffekte, die allen Partnern der AMI beim gemeinsamen Aufbau des AAM-Ökosystems zugutekommen.

Weiterführende Informationen zur Air Mobility Initiative sind über die Website der AMI (airmobilityinitiative.com) abrufbar.

I.5.1 AMI Mission

Basis der inhaltlichen Zusammenarbeit innerhalb der AMI bildet die folgende Mission (in englischer Originalfassung):

“Fly passengers with an all-electric CityAirbus between Munich and Ingolstadt, using digital U-space services and connected Vertiports before 2032.”

1.5.2 Beiträge der AMI-Partner im Projekt AMI-FlyingIN2Air

Folgende AMI-Partner waren im Projekt AMI-FlyingIN2Air beteiligt:



amd.sigma strategic airport development

Strategische Flughafenentwicklung und -planung
für eine erfolgreiche Flughafenintegration

AIRBUS

URBAN MOBILITY

Airbus Urban Mobility

Sichere, nachhaltige und integrierte urbane Luftmobilität



DB Regio Bus

Innovative Verkehrskonzepte

DB Regio Bus Bayern

Mobilitätsdienste in Bayern für rund 100 Millionen Passagiere pro Jahr

GOLDBECK

GOLDBECK*

zukunftsweisende Immobilien
Planung, Bau, Managementdienstleistungen im Betrieb



incampus*

Technologie-Campus für innovative Unternehmen
im Bereich Mobilitätsentwicklung und Digitalisierung



Munich Airport International

Globaler Flughafenbetreiber, Flughafenmanagement, Beratung, Schulungen



Stadt Ingolstadt

Stadt Ingolstadt

Wirtschaftliche Entwicklung für eine Metropolregion
mit rund einer halben Million Einwohnern



Technische Hochschule Ingolstadt Human-Computer Interaction Group

Hypothesengetriebene, experimentelle Forschung
zu menschlichen Faktoren und Ergonomie

* nicht als Zuwendungsempfänger im Vorhaben beteiligte AMI-Partnerorganisationen

1.5.3 Ergänzende AMI-Beiträge mit direktem Bezug zum Vorhaben

Das Projekt **AMIUS** befasst sich mit der Luftraumintegration unbemannter Flugsysteme in der Umgebung des Flughafens Ingolstadt Manching (IATA-Code IGS bzw. ICAO-Code ETSI). Ziel ist die Einrichtung eines Verkehrsmanagements, in dem digitale Funktionen und Dienste, zugehörige Technologien und Verfahren zum Einsatz kommen, um UAS einen sicheren und effizienten Zugang zum Luftraum ermöglichen. Diese sogenannten U-spaces¹ sollen das Situationsbewusstsein für Luftraumteilnehmer verbessern, die Planung und Koordination von Flügen automatisieren und den Umfang heute notwendiger Beschränkungen reduzieren. Insbesondere niedrige Lufträume über dichtbesiedelten Gebieten, deren Nutzung gegenwärtig Behörden und Organisation mit Sicherheitsaufgaben (BOS) und Luftrettung vorbehalten sind, sollen künftig weiteren Luftraumteilnehmern zugänglich gemacht werden. Aktivitäten in AMIUS unterstützen diese Entwicklung in Bayern durch den Aufbau eines U-spaces, der sich um den Flughafen Ingolstadt Manching herum bis in das Stadtgebiet von Ingolstadt erstreckt und eine Umgebung zur Erprobung zukünftiger Einsatzszenarien für eVTOLs innerhalb einer solchen Umgebung schafft. Konzeptionelle Beiträge, Analysen und Simulationen im Vorhaben gehen dabei einher mit Praxistests zur Erprobung und Verbesserungen der Gesamtlösung.

Synergien von AMIUS mit AMI-FlyingIN2Air ergeben sich durch Modellierung und Analyse einer multimodalen U-space-Luftraumintegration für die Region München-Ingolstadt. AMIUS nutzt ein Nachfragemodell für die Luftraumnutzung durch eVTOLs, um damit verbundene Kosten für Aufbau und Betrieb bodengebundener Infrastruktur im Bereich Kommunikation, Navigation und Überwachung (“Communication, Navigation, Surveillance” – CNS) abzuschätzen. Geplante UAS-Flugversuche in AMIUS zur U-space-Erprobung im Umfeld des Flughafens Ingolstadt-Manching bis hin zum Technologiecampus incampus stellen einen direkten Ortsbezug der Aktivitäten in den beiden Projekten her.

Das vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie geförderte Projekt **AMI-AirShuttle** entwirft mit Hilfe der sich ergänzenden Perspektiven der beteiligten Partner eine ganzheitliche, anbieterneutrale, modulare und skalierbare Lösung für Planung, Entwicklung und Betrieb von Vertiports am Beispiel des Flughafens München (IATA-Code MUC bzw. ICAO-Code EDDM). Ergebnisse des Vorhabens sollen abschließend durch den Flughafen Nürnberg (IATA-Code NUE bzw. ICAO-Code EDDN) validiert werden. Wichtige Maßgaben im Projekt sind umweltfreundliches Design, benutzerfreundliche Passagierführung und slotneutrale Luftraumintegration von eVTOLs am Flughafen München.

Synergien zwischen AMI-AirShuttle und AMI-FlyingIN2Air bestehen in Themenbereichen, die die Integration von Vertiports allgemein betreffen und in jeweils einem Projekt detailliert betrachtet werden. Aber auch Arbeiten aus AMI-AirShuttle mit spezifischem Bezug zu einer Integration von innovativer Luftmobilität im Flughafenumfeld unterstützen die Entwicklung der Gesamtlösung durch den zusammenhängenden Bezug der Aktivitäten zur AMI-Mission in beiden Vorhaben.

Weitere laufende AMI-Projekte verbessern die Umsetzungsperspektive der AMI-Mission durch Technologie- und Fähigkeitsentwicklungen für eVTOLs oder andere Bestandteile des Lufttransportsystems unabhängig von AMI-FlyingIN2Air.

¹ anzuwendende gesetzliche Grundlage innerhalb der Europäischen Union (EU)

I.6 Ergebnisse und Ausblick

Die Projektergebnisse aus AMI-FlyingIN2Air leisten einen abgestimmten Beitrag zur Umsetzung der AMI-Mission, bei der AMI-Partner gemeinschaftlich die Realisierung von eVTOL-Flugangeboten für den Passagiertransport zwischen dem Flughafen München und der Stadt Ingolstadt vorantreiben. Aktivitäten im Vorhaben ermöglichten eine systematische Annäherung an die damit verbundenen Herausforderungen. Der inhaltliche Fokus des Vorhabens lag auf der Integration innovativer Luftmobilität im urbanen Raum und Vertiports als relevantem Bestandteil in diesem Mobilitätsumfeld.

Ausarbeitung, Durchführung und Auswertung von Nutzer- und Akzeptanzstudien mit Hilfe von physischen und virtuellen Umgebungen sowie die Entwicklung eines App-Demonstrators zur Veranschaulichung intermodaler Reiseketten standen im Fokus forschungsorientierter Aktivitäten mit Bürgerbeteiligung.

Ergebnisse aus diesem Themenblock zeigen, dass potenzielle Nutzergruppen und die Öffentlichkeit zum jetzigen Zeitpunkt noch keine eigenen Erfahrungswerte aus der Nutzung von eVTOLs oder ihrer Präsenz in der Umgebung in solche Studien mit einbringen können. Vorstellungen zu zukünftigen Angeboten sind daher erwartungsgemäß sehr divers und damit verbundene Erwartungen an deren Nutzung aus heutiger Sicht teils (noch) nicht umsetzbar. Nutzer- und Akzeptanzstudien sind dennoch ein geeignetes Werkzeug zur Bereitstellung von Daten zu Erwartungen und Präferenzen, die mit AAM-Angeboten in Verbindung gebracht werden. Zu erwarten ist, dass real verfügbare und erlebbare Umgebungen mit eVTOL-Flugbetrieb die Aussagekraft von Nutzer- und Akzeptanzstudien zukünftig deutlich verbessern werden und Studien in einem solchen Umfeld einen relevanten Beitrag als entwicklungsbegleitendes Element zur Mitgestaltung und Marktanalyse für innovative Luftmobilität leisten können.

In einem umsetzungsorientierten Themenblock erfolgte die Entwicklung eines modularen Vertiportkonzepts, das im urbanen Umfeld zum Bindeglied zwischen innovativer Luftmobilität und bodengebundener Transportinfrastruktur wird und damit intermodales Reisen ermöglicht. Grundlage hierfür bildete ein Grobkonzept, das für den gewählten Anwendungsfall eine gemeinsame inhaltliche Klammer beschrieb, an der sich die Aktivitäten der Verbundpartner in den bearbeiteten Themenbereichen orientierten, insbesondere für die Entwicklung von Gesamtsystemarchitektur, Betriebskonzept und Vertiportkonzept.

Die Gesamtsystemarchitektur eines AAM-Transportangebots stützt sich auf einen definierten Mobilitätsbeitrag für den Anwendungsfall und erfasst Systeme, die notwendige Funktionen zur Realisierung des übergeordneten Transportsystems beisteuern. Der Architekturentwurf strukturiert den Verbund beteiligter Systeme und deren Zusammenspiel – zunächst aus Nutzer- und Betreiberperspektiven. Diese Sichten geben noch keine Festlegungen zur konkreten Umsetzung vor. Erst darauf aufbauend werden Realisierungsoptionen des erforderlichen Mobilitätsbeitrags mit der Ausarbeitung funktionaler, logischer und technischer Perspektiven einer Gesamtsystemarchitektur entwickelt. Durch Verknüpfung aller Perspektiven lassen sich Bedarfe und Lösungsvorschläge systematisch in Beziehung zueinander setzen und Zusammenhänge zwischen erfassten Anforderungen und möglichen Umsetzungen nachvollziehen. Das erleichtert den Umgang mit Änderungen im Verlauf der weiteren Konkretisierung von Konzepten und zugehörigen technischen Entwicklungen. Darüber hinaus schafft die Gesamtsystemarchitektur eine Beschreibungsform für das Transportsystem, die auch über den Kontext des Vorhabens hinaus nutz- und erweiterbar ist.

Die Entwicklung eines Betriebskonzepts ergänzte umsetzungsorientierte Beiträge im Projekt um Blickwinkel auf infrastrukturseitige, technische und operative Belange von Vertiports. Dafür wurden zunächst Anforderungen an Vertiport-Betriebskonzepte für den allgemeinen Kontext Passagiertransport aus Grobkonzept und Gesamtsystemarchitektur abgeleitet. Diese wiederum bildeten die Basis für die Entwicklung eines generischen Betriebskonzepts. Zusätzlich erfolgte die Ausgestaltung eines standortbezogenen Betriebskonzepts mit konkretem Bezug zur AMI-Mission als Anwendungsfall, der die Vorhaben AMI-AirShuttle und AMI-FlyingIN2Air in Beziehung zueinander setzt. Auch bekannte Randbedingungen aus der im Projekt geplanten Umsetzung von Vertiports als multifunktionale Mobilitätshubs wurden berücksichtigt, die eine Mischnutzung (hier von Vertiport, Parkhaus und Büroflächen) in einem Baukörper vereinen und durch deren Verknüpfung Mehrwert schaffen.

Ein entwickeltes Vertiport-Konzepthandbuch validierte die bauliche Machbarkeit dieser Ausgestaltung in modularer Systembauweise (hier im System des Kooperationspartners Goldbeck), berücksichtigte dabei Abmessungen von zwei ausgewählten Optionsflächen als konkrete Vorgabe für das Projekt und erarbeitete je einen Umsetzungsvorschlag in Split-Level- bzw. Vollgeschoss-Bauweise im Bereich des incampus der Stadt Ingolstadt. Das entwickelte Konzept eines Mobilitätshubs ist grundsätzlich standortunabhängig anwendbar. Die Gestaltung des integrierten Gebäudekomplexes kann an lokale Erfordernisse angepasst werden, bietet individuelle Möglichkeiten der Flächennutzung, kann kostengünstig realisiert und auch als Erweiterungsoption (d.h. vorbereitet für spätere Vertiport-Integration) geplant werden.

Erkenntnisse aus dem Projekt konnten der Öffentlichkeit im Rahmen eines einmonatigen Showrooms durch Fachvorträge, interaktive Ausstellungselemente und Diskussionen an der Technischen Hochschule Ingolstadt zugänglich gemacht werden. Ergänzend dazu wurden über ein Angebot der im Unterauftrag tätigen IFG Ingolstadt ausgewählte [Inhalte des Showrooms auch online verfügbar](#) gemacht.

Die gemeinschaftliche Bearbeitung der Vorhabens durch Projekt- und Kooperationspartner brachte vielseitige Perspektiven und Kompetenzen in das Konsortium ein, die sich sehr gut ergänzen und dazu beigetragen haben, in dem dynamischen und noch nicht etablierten Bereich innovative Luftmobilität teilweise sehr konkrete Fragestellungen zur Entwicklung des Lufttransportsystems bearbeiten und mit konkreten Ergebnissen abschließen zu können. Auch nach Abschluss des Vorhabens AMI-FlyingIN2Air verfolgen beteiligte Projektpartner die Entwicklung der AMI-Mission gemeinsam weiter. Erforderliche Folgeaktivitäten werden identifiziert, um etwa das Vertiportkonzept weiter in Richtung Realisierbarkeit zu entwickeln. Der bisherige Fokus auf das gebäudeseitige Konzept und dessen Baubarkeit muss dazu ausgeweitet werden; weitere planerische Aspekte einer Umsetzung sind zu berücksichtigen. Logische Anschlussstätigkeiten umfassen etwa Analysen bezüglich Genehmigungsverfahren, anzuwendender verfügbarer und sich entwickelnder Vorschriften und Standards, aber auch Machbarkeitsstudien zu Themen wie Luftraumintegration, schalltechnischer Begutachtung oder Brandschutz. Die Entwicklung und Integration von Vertiports muss dabei weiterhin parallel und im Verbund mit den weiteren Elementen des Lufttransportsystems erfolgen. Ebenso müssen Integrationsumfeld, Mobilitätsbeitrag und strategische Entwicklungsziele im Rahmen einer Gesamtbetrachtung Berücksichtigung finden. Die Air Mobility Initiative möchte diesen Weg weiter gestalten und Handlungsoptionen erarbeiten, die innovative Luftmobilität zwischen München und Ingolstadt als Transportsystem möglich macht, dort Realität werden lässt und damit den Weg zu einer Einführung in vielen anderen Umgebungen ebnet.

II. Darstellung der Ergebnisse im Vorhaben

Dieses Kapitel gibt Einblick in Aktivitäten und Ergebnisse der thematischen Schwerpunkte, die im Projekt jeweils unter Führung eines Verbundpartners bearbeitet wurden. Verantwortlich für die einzelnen Beiträge sind die AMI-Verbundpartner, die den jeweiligen Themenschwerpunkt hauptverantwortlich bearbeitet haben (siehe [I.4.1](#)).

II.1 Transportsystem Innovative Luftmobilität

Beitrag von Airbus Urban Mobility

Zu Beginn des Vorhabens AMI-FlyingIN2Air erfolgten zunächst Abstimmungen zwischen den Verbundpartnern, um projektbezogene Annahmen zu definieren. Mit Blick auf die Realisierung der AMI-Mission (siehe [I.5.1](#)) beinhalteten diese Annahmen auch einen projektübergreifend skizzierten Ausblick auf zwei zukünftige Phasen in der Entwicklung innovativer Luftmobilität für den Anwendungsfall des kommerziellen Passagiertransports. Der erwartete Fortschritt bei der Integration dieser Mobilitätsform wurde dabei grob umschrieben – sowohl für eine frühe Phase eines erwarteten kommerziellen Betriebs (um das Jahr 2030) als auch eine schon weiter fortgeschrittene Phase (in der zweiten Hälfte der 2030er-Jahre).

Diese Annahmen waren gemeinsamer Bezugspunkt für die Projektarbeit und ermöglichten eine grundlegend aufeinander abgestimmte Bearbeitung unterschiedlicher Projektaufgaben, auch wenn Aktivitäten zum Teil parallel oder unabhängig voneinander zu bearbeiten waren.

AMI-FlyingIN2Air folgte mit diesem Ansatz dem Vorgehen im Vorhaben AMI-AirShuttle. Die AMI-Mission als thematisch verbindendes Element zwischen den beiden Projekten erleichterte eine aufeinander abgestimmte Bearbeitung der beiden Vorhaben.

Das in beiden Projekten erarbeitete Verständnis einer AAM-Transportlösung wurde detailliert in einem sogenannten Grobkonzept und einer Gesamtsystemarchitektur beschrieben. Beide Dokumente erfassen projektübergreifend die Vision eines zusammenhängenden Lufttransportsystems aus den Perspektiven der zwei miteinander in Verbindung stehenden Vertiports. Damit eröffnen die Dokumente einen systematischen Blick auf innovative Luftmobilität als Transportsystem, bei dem die Integration von Vertiports in komplexen Umfeldern im Zentrum der Betrachtung liegt.

Getroffene Annahmen dienten den Dokumenten als inhaltliche Orientierung oder Vorgabe. Bekannte oder erforderliche Angaben (etwa zu technischen, operativen, infrastrukturseitigen oder regulatorischen Rahmenbedingungen) wurden zunächst aus verfügbaren Quellen abgeleitet oder nach Absprache definiert. Im weiteren Projektverlauf wurden sie bei Bedarf aktualisiert oder erweitert, um Erkenntnisse aus den Projektaktivitäten konsistent in Annahmen, Grobkonzept und Gesamtsystemarchitektur abzubilden.

Grobkonzept und Gesamtsystemarchitektur richten den Blick auf das AAM-Transportsystem als Ganzes und stützen sich auf Luftfahrzeug, Luftraumintegration und Vertiports als Schlüsselemente dieses Mobilitätsbeitrags für den betrachteten Anwendungsfall des kommerziellen Passagiertransports – sowohl in einer allgemeinen Ausprägung als auch im konkreten Kontext der AMI-Mission, der Vertiports am Flughafen München und in der Stadt Ingolstadt miteinander verbindet. Nutzer der Mobilitätslösung und Betreiber von Vertiports stellen aus Sicht der beiden Projekte die zentralen Akteure des Transportsystems dar. Die Dokumente erfassen Anforderungen und Schnittstellen daher aus Sicht dieser Akteure und begleiten Nutzer entlang ihrer intermodalen Reisekette mit Nutzung innovativer Luftmobilität bzw. nehmen die Perspektive von Vertiportbetreibern in deren operativem Umfeld ein.

Während das Grobkonzept operationelle Aspekte des betrachteten AAM-Mobilitätsbeitrags erfasst, beschreibt die Gesamtsystemarchitektur diesen Beitrag mit systembezogenem Blick. Beide Dokumente beschränken sich in ihren Betrachtungen für das Projekt weitgehend auf einen Normalbetrieb an Vertiports mit regulären Betriebsabläufen.

Die Gesamtsystemarchitektur greift die operationelle Beschreibung des Grobkonzepts auf und analysiert auf dieser Basis den zu leistenden Mobilitätsbeitrag des Lufttransportsystems. Aus Nutzersicht beschriebene Anforderungen für den gewählten Anwendungsfall bilden den Mobilitätsbedarf im Grundsatz ab. Die im Grobkonzept beschriebenen Bestandteile des Gesamtsystems werden in die Analyse einbezogen, um deren notwendigen Beiträge in einer Umsetzung zu identifizieren. Darauf aufbauend erarbeitet die Gesamtsystemarchitektur funktionale, logische und technische Perspektiven einer möglichen Realisierung dieses Mobilitätsbeitrags durch ein Lufttransportsystem.

Für das Projekt sind Grobkonzept und Gesamtsystemarchitektur wichtige Bindeglieder zwischen der Erfassung von Mobilitätsbedarfen und der konzeptionellen Beschreibung möglicher Mobilitätsbeiträge durch innovative Luftmobilität in Vorbereitung einer späteren Umsetzung. Die Dokumente ermöglichen es, derzeit noch konzeptionelle AAM-Beiträge mit einem bestehenden Mobilitätsumfeld und dessen Randbedingungen anschaulich in Beziehung zu setzen – und das zunächst unabhängig von einer konkreten Ausgestaltung. Damit schaffen die Dokumente eine Basis zu einer formalen Betrachtung von Abhängigkeiten zwischen innovativer Luftmobilität als Transportangebot und einem übergeordneten Mobilitätskontext einerseits, und zwischen beteiligten Elementen einer integrierten AAM-Transportlösung andererseits. Die im Rahmen der Projektarbeit entstandenen Dokumente konnten somit als qualitative Entscheidungshilfe zur Ausgestaltung eines AAM-Beitrags in AMI-FlyingIN2Air herangezogen werden. Gleichzeitig ermöglichen sie eine systematische Betrachtung des Projekts im Kontext der AMI-Mission und darüber hinaus für einen generischen Anwendungsfall.

Im Ausblick auf weiterführende Aktivitäten bilden Grobkonzept und Gesamtsystemarchitektur einen möglichen Startpunkt für eine konsequent aufeinander abgestimmte technologische Entwicklung von Beiträgen für innovative Luftmobilität und deren erfolgreicher Einführung in ein technisches, regulatorisches, operatives, wirtschaftliches und gesellschaftliches Umfeld.

II.2 Vertiport-Betriebskonzept

Beitrag von Munich Airport International

Vertiports sind ein notwendiger Bestandteil der Infrastruktur für innovative Luftmobilität. Deren Lage und Gestaltung haben entscheidenden Einfluss darauf, wie effizient und nachhaltig Mobilitätsangebote mit eVTOLs umgesetzt werden können.

Betriebskonzepte ("Concept of Operations" – ConOps) stellen operative Betriebsabläufe dar und sind ein geeignetes Werkzeug u.a. bei der Planung und dem Entwurf größerer Veränderungen oder neuer Projekte im Infrastrukturbereich. Sie ermöglichen, im Vorfeld von Änderungsmaßnahmen deren Einfluss auf betriebliche Abläufe abzuschätzen.

Im Projekt wurden Vertiport-Betriebskonzepte entwickelt, um den operativen Blickwinkel auf die Integration von innovativer Luftmobilität bei der Entwicklung von Vertiports mit einzubringen. Dabei wurden bedeutende Fortschritte erzielt.

Die erarbeiteten Konzepte umfassen betriebliche Anforderungen, die für einen generischen Vertiport gelten und unabhängig vom spezifischen Standort umgesetzt werden können. Zu den zentralen Elementen eines Vertiports zählen das Fluggastgebäude (Terminal), Ver- und Entsorgungsanlagen, die landseitige Erschließung, die Flugbetriebsflächen sowie die Abfertigung der Luftfahrzeuge.

Für den Standort incampus in Ingolstadt wurden Überlegungen angestellt, wie das generische ConOps standortspezifisch umgesetzt werden könnte. Dies umfasste die Untersuchung infrastruktureller, technischer und operativer Fragestellungen, insbesondere im Zusammenhang mit der Integration des Vertiports in ein mehrstöckiges Parkhaus. Erste Ansätze und Überlegungen wurden in das generische Betriebskonzept integriert, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf der Identifikation und Integration von Anforderungen an die Gebäude- und Flugbetriebssicherheit lag.

Diesbezüglich wurden spezifische standortbezogene Anforderungen für Ingolstadt ermittelt. Dies beinhaltete die Prüfung der lokalen operativen und technischen Umsetzbarkeit der im generischen ConOps erfassten Vertiport-Funktionen. Ein standortspezifisches Rollenmodell für den Vertiport-Betrieb in Ingolstadt wurde entwickelt und die Einhaltung bestehender internationaler Regularien und Best Practices entsprechend untersucht. Es wurden Prozesslandschaften für die standortspezifischen Vertiport-Wertschöpfungsketten für Passagierabfertigung, eVTOL Air-to-Air (Bodenabfertigung/Turnaround) und Gepäck entwickelt und visualisiert.

Mehrere Workshops und Abstimmungstermine mit Projektpartnern trugen dazu bei, ein kollektives Verständnis der aktuellen Vertiportinfrastruktur- und -designplanung zu schaffen und eine kohärente Verbindung zwischen der Gestaltung der Vertiportinfrastruktur und dem Betriebskonzept sicherzustellen.

So konnte ein robustes und flexibles Betriebskonzept für Vertiports entwickelt werden, das sowohl generische als auch, darauf aufbauend, standortspezifische Anforderungen für eine Umsetzung am Standort Ingolstadt berücksichtigt. Die erzielten Ergebnisse bilden die Basis für die zukünftige Implementierung und den Betrieb von Vertiports, die eine wichtige Rolle in der urbanen Luftmobilität der Zukunft spielen werden.

II.3 Vertiport-Designkonzept

Beitrag von amd.sigma strategic airport development

Im Rahmen des Vorhabens wurden bedeutende Fortschritte bei der Entwicklung eines Vertiportentwurfs erzielt.

Im Rahmen des Projekts wurden ursprünglich mehrere Ideenskizzen von amd.sigma zur hybriden Nutzung von Parkhäusern als Vertiports entwickelt. Eine der größten Herausforderungen bestand darin, die Lastverteilung im Gebäude zu optimieren, da diese durch die Kombination von Parkhaus- und Vertiportnutzung hohe Anforderungen stellte, einschließlich eines entsprechenden Sicherheitszuschlags.

Schon in den frühen Planungsphasen zeigte sich jedoch, dass aufwendige architektonische Ideen an Flughäfen schwer umsetzbar sind. Der vorherrschende Kostendruck und der Bedarf an hohem Bauvolumen führten dazu, dass nur einfache und kosteneffiziente Lösungen realisierbar waren.

Es wurde schnell klar, dass die Erreichung des Forschungsziels die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Partner erfordert. Insbesondere fehlte es an fundiertem Wissen über serielle und modulare Bauweisen im Detail der Statik und Konstruktion, welches für das Projekt entscheidend ist. Diese Expertise ist jedoch bei den Ingenieuren z.B. von Goldbeck vorhanden, die für solch eine Aufgabe unerlässlich sind.

Nach einem ersten Kontakt und der Schilderung der Aufgabenstellung bekundete der potenzielle Partner Interesse an dem Projekt und an einer weiteren Zusammenarbeit. Diese Kooperation wird als entscheidend angesehen, um das Forschungsziel erfolgreich zu erreichen.

Die Zusammenarbeit mit Goldbeck, einem führenden Unternehmen im Bereich des Bauwesens, spielte eine zentrale Rolle bei der Entwicklung des Vertiport-Konzepts. Goldbeck brachte seine Expertise in der modularen Bauweise ein, was eine schnelle und kosteneffiziente Umsetzung der Vertiports ermöglichte. Die Partnerschaft führte zur Entwicklung eines skalierbaren und umsetzbaren Vertiport-Konzepts auf Parkhäusern. Dieses Konzept ist darauf ausgelegt, die technische Machbarkeit sowie die wirtschaftliche und ökologische Nachhaltigkeit von Vertiports zu zeigen.

Das im Rahmen des Projektes erstellte Lastenheft war ein entscheidendes Dokument, das die Anforderungen für die Planung und Umsetzung des Vertiports detailliert beschreibt. Es enthält technische Spezifikationen, regulatorische Rahmenbedingungen und Annahmen über die zukünftige Nutzung. Ein besonderes Augenmerk lag auf den Unterschieden zwischen eVTOLs (elektrische senkrecht startende und landende Flugzeuge) und herkömmlichen Hubschraubern, insbesondere in Bezug auf die Infrastruktur, den Brandschutz und die Lärmschutzanforderungen. Die Annahmen und spezifischen Parameter halfen, eine präzise und gut durchdachte Planung zu ermöglichen.

Für die Entwicklung des Vertiport-Konzepts wurden zwei Referenz-Luftfahrzeuge ausgewählt: der CityAirbus NextGen und der H145 von Airbus. Diese Auswahl half, die Dimensionierung und die spezifischen Anforderungen der Vertiports zu bestimmen. Der CityAirbus NextGen, ein elektrisches Luftfahrzeug für den urbanen Luftverkehr, und der H145, ein vielseitiger zweimotoriger Hubschrauber, dienten als Planungsgrundlage, um die EASA-Richtlinien adäquat umzusetzen. Der D-Value, ein Maß für die Größe der Luftfahrzeuge, spielte eine zentrale Rolle bei der Dimensionierung der notwendigen Flächen auf den Vertiports.

Ein wesentlicher Aspekt des Projekts war die Untersuchung der theoretischen Leistungsfähigkeit des Vertiports. Diese Analyse war entscheidend für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit und die Entwicklung eines tragfähigen Geschäftsmodells. Dabei wurden verschiedene Annahmen bezüglich der technologischen Entwicklung, der Wetterbedingungen und der zukünftigen Nachfrage zugrunde gelegt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Betriebszeiten und die Kapazitäten des Vertiports durch die technologischen Fortschritte, wie etwa die Verringerung der Ladezeiten und die zunehmende Automatisierung, positiv beeinflusst werden können. Die Wetteranalyse zeigte, dass ein Betrieb unter Instrumentenflugregeln (IFR) die Zuverlässigkeit und Planbarkeit des eVTOL-Betriebs erheblich verbessert.

Die Entwicklung von Brandschutzkonzepten für Vertiports, die den spezifischen Herausforderungen durch den Einsatz von eVTOLs gerecht werden, war ein weiteres Vorhabensziel. eVTOLs verwenden voraussichtlich Lithium-Ionen-Batterien, die bei Unfällen ein erhöhtes Brandrisiko darstellen. Das erarbeitete Konzept umfasst sowohl präventive Maßnahmen als auch Strategien zur Brandbekämpfung im Falle eines Vorfalls. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei der Schulung des Personals und der Ausstattung der Vertiports mit speziellen Löschsystemen gewidmet, die für die besonderen Eigenschaften von Batteriebränden ausgelegt sind. Auch die Integration von Notfallzonen und Evakuierungsplänen in das Gesamtlayout des Vertiports stellte einen wichtigen Schritt in Richtung Sicherheit dar.

Ein weiterer kritischer Aspekt des Projekts war die Entwicklung einer leistungsfähigen und flexiblen Ladeinfrastruktur für die eVTOLs. Diese Infrastruktur muss nicht nur den Anforderungen des täglichen Betriebs gerecht werden, sondern auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigen. Das Projekt untersuchte verschiedene Ladeverfahren, darunter Schnellladeoptionen und deren Auswirkungen auf die Batterielebensdauer sowie die Gesamtbetriebskosten. Das Ergebnis war ein modular aufgebautes Ladesystem, das sich leicht an unterschiedliche Größen und Typen von eVTOLs anpassen lässt. Darüber hinaus wurden Konzepte für die Integration erneuerbarer Energien in das Ladesystem entwickelt, um die Nachhaltigkeit des Betriebs zu erhöhen.

Im Rahmen des Projekts lag ein wesentlicher Schwerpunkt auf der Konzeption des Terminals, das als zentrale Schnittstelle zwischen den eVTOL-Fluggeräten und den Passagieren fungiert. Das Terminal wurde so gestaltet, dass es eine effiziente Abfertigung der Passagiere ermöglicht, gleichzeitig aber auch die spezifischen Anforderungen der neuen Mobilitätsform berücksichtigt, wie z.B. die Integration von Ladeinfrastrukturen für eVTOLs und Sicherheitsvorkehrungen.

Die Layouts der Vertiports wurden in zwei wesentlichen Varianten entwickelt: die dreischiffige und die vierschiffige Lösung. Beide Layouts bieten unterschiedliche Vorteile in Bezug auf Raumnutzung, Kapazität und Flexibilität. Die dreischiffige Variante zeichnet sich durch eine kompaktere Struktur aus, die für Standorte mit begrenztem Platzangebot besonders geeignet ist. Diese Variante ermöglicht eine effiziente Abwicklung der Fluggeräte, wobei die zentrale Schiffsstruktur als Kernstück für Abfertigung und Wartung fungiert. Die vierschiffige Lösung hingegen bietet eine erweiterte Kapazität und größere Flexibilität, da sie zusätzliche Platzressourcen für steigende Passagierzahlen und mehr eVTOLs bereitstellt. Diese Variante ist insbesondere für größere urbane Zentren von Bedeutung, in denen ein höheres Verkehrsaufkommen erwartet wird. Beide Layouts wurden unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen Vorschriften entwickelt, insbesondere den Richtlinien der EASA (Europäische Agentur für Flugsicherheit).

Ziel von HAP 3 war zudem die Erstellung eines 3D-Modells als digitalen Zwilling welche durch Unterstützung von Goldbeck zu folgenden Darstellungen führte.



Vertiport 3D-Modell: Innenansicht Terminalbereich auf Dachgeschoss (oben); Außenansichten Vertiportfläche auf Parkhaus mit integriertem Bürogebäude (Mitte, unten)



Vertiport 3D-Modell: Außenansicht Bürogebäude mit integriertem Terminal

Ein zentraler Aspekt des Projekts war die kontinuierliche Abstimmung mit den beteiligten Projektpartnern, darunter Goldbeck und Airbus Urban Mobility, um sicherzustellen, dass die entworfenen Konzepte sowohl praktisch umsetzbar als auch wirtschaftlich sinnvoll sind. Diese enge Zusammenarbeit ermöglichte es, die Entwürfe nicht nur theoretisch zu entwickeln, sondern auch realitätsnah auf die Umsetzbarkeit in urbanen Umgebungen zu prüfen.

Die im Projekt erzielten Ergebnisse basieren auf den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen und sind das Ergebnis eines iterativen Prozesses, bei dem die Anforderungen und Erkenntnisse der Projektpartner kontinuierlich integriert wurden. Der iterative Ansatz ermöglichte es, die Entwürfe regelmäßig zu überarbeiten und an neue technische und rechtliche Entwicklungen anzupassen, was letztlich zu einem kohärenten und zukunftsfähigen Gesamtkonzept führte.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die im Projekt neu gesteckten Ziele vollumfänglich erreicht wurden. Die entwickelten Konzepte für den Vertiport und das Terminal sind zukunftsweisend und bieten eine solide Grundlage für die weitere Entwicklung und Implementierung von Vertiports in urbanen Umgebungen weltweit. Dies bietet Städten eine wertvolle Planungsgrundlage, um die Integration von eVTOLs in ihre Verkehrsinfrastruktur effizient und nachhaltig zu gestalten.

Das Projekt zur Entwicklung eines Vertiport-Konzepts auf Parkhäusern zeigt eindrucksvoll, wie durch interdisziplinäre Zusammenarbeit, präzise Planung und innovative Technologien neue Mobilitätskonzepte erfolgreich umgesetzt werden können. Die enge Zusammenarbeit mit Goldbeck und anderen Partnern führte zu einem skalierbaren und realisierbaren Vertiport-Design, das nicht nur den aktuellen Anforderungen entspricht, sondern auch zukünftige Entwicklungen berücksichtigt. Die theoretischen Analysen und die entwickelten technischen Spezifikationen bieten eine solide Grundlage für die weitere Entwicklung und Implementierung von Vertiports in urbanen Umgebungen. Dieses Projekt stellt somit einen bedeutenden Schritt in Richtung einer nachhaltigen und effizienten urbanen Luftmobilität dar.

II.4 Intermodale Mobilitätsangebote

Beitrag von DB Regio Bus Bayern

Der im Vorhaben erarbeitete Beitrag eines "Mobility-as-a-Service" (MaaS)-Demonstrators auf Basis der Mobilitätsplattform "Wohin-Du-Willst" (WDW) ist nachfolgend anhand ausgewählter Ansichten dargestellt, die umgesetzte Funktionen des Demonstrators und dessen Nutzung veranschaulichen.

Die gezeigte Abfolge der Bildschirmansichten umfasst folgende Bereiche:

- Reiseauskunft
- Buchungsprozess
- Check-In und Bewertung
- Weitere Funktionen (Support, Stornierung)

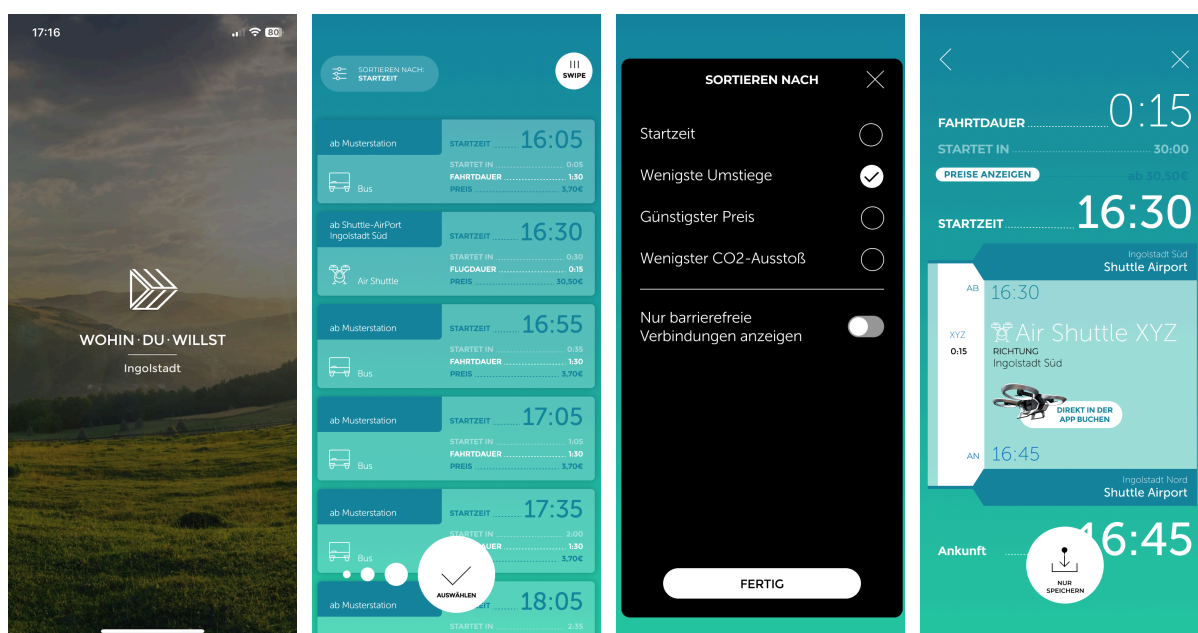
Basierend auf der bestehenden Nutzeroberfläche von WDW bindet der Demonstrator ein fiktives eVTOL-Shuttleangebot in die Reiseauskunft für eine Reisekette mit öffentlichem Personennahverkehr ein. Nutzer haben die Möglichkeit, die entsprechende Reiseroute mit dem Shuttle zu wählen und verschiedene Filter für ihre Fahrten zu nutzen.

In der Fahrgastanpassung können Nutzer im Demonstrator ein Ticket kaufen und einen Wunschplatz angeben. Nutzern wird vor Fahrtantritt die Reisedauer mit dem gewünschten Shuttle angezeigt und zu welcher Zeit das Shuttle am Zielort ankommt. Gekaufte Tickets können Nutzer über den Demonstrator abrufen. Das Ticket kann im Reiseverlauf vorgezeigt werden und enthält einen QR-Code, der gescannt werden kann.

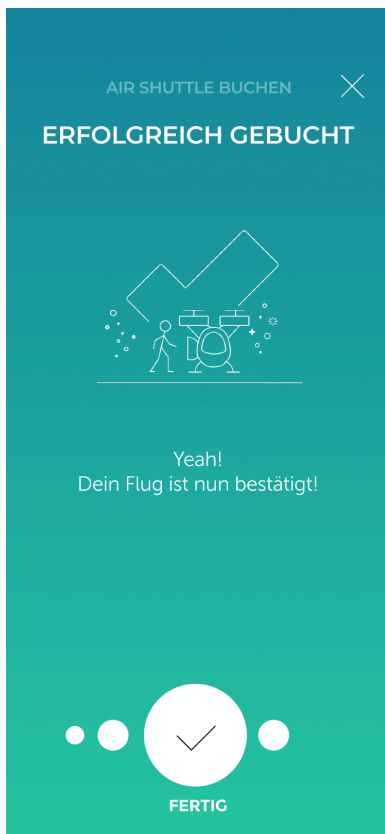
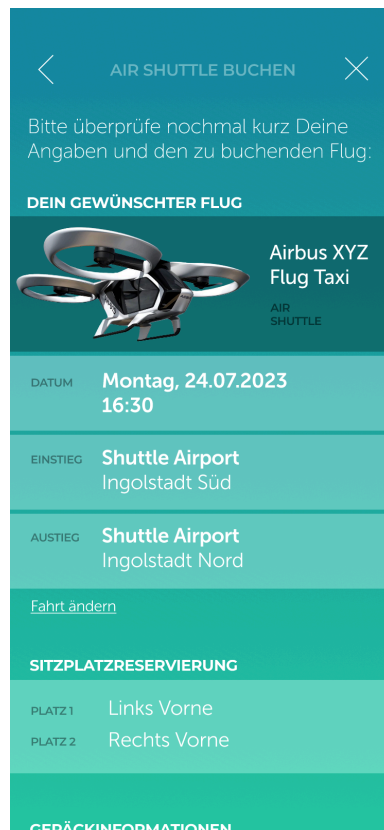
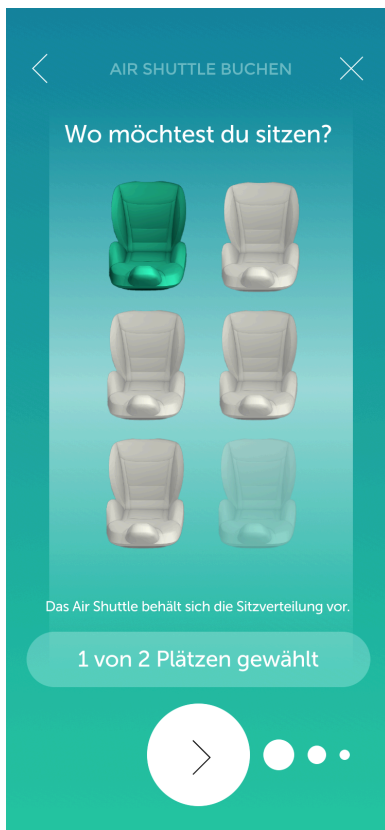
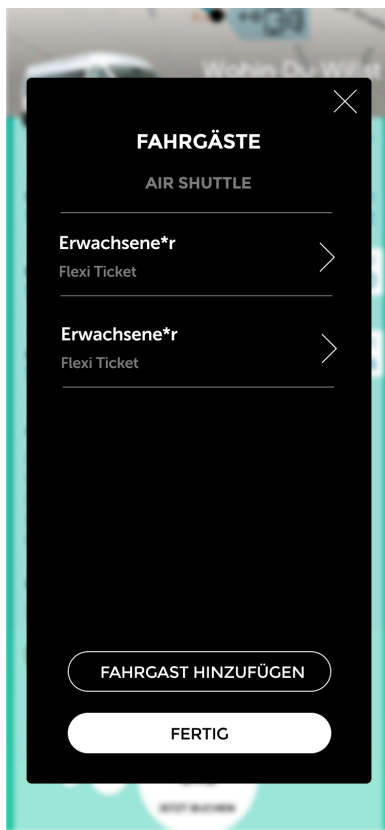
Beim Check-In können Nutzer sich schon vorab ausweisen, um eine schnellere Kontrolle beim Boarding zu ermöglichen. Dazu kann ein Ausweisdokument bereits vorab hochgeladen werden. Über Nutzerprofile können weitere Angaben zu bevorzugten Routen, Gewichtsangaben, der Ausweis-Verifizierung etc. verwaltet werden.

Gekaufte Tickets können bis vor dem Check-In storniert werden.

Supportfunktionen runden die Funktionalität des Angebots ab.



MaaS-Demonstrator: Ausgewählte Ansichten zur Reiseauskunft



MaaS-Demonstrator: Ausgewählte Ansichten zum Buchungsprozess

AIR SHUTTLE

Dein Air Shuttle startet in

30 MIN

START 16:25 Ingolstadt Musterstraße 1

EINSTIEG 16:30 Ingolstadt Süd Shuttle Airport

AIR SHUTTLE

AIRBUS XYZ FLUG TAXI

Dein Flug Shuttle ist bestätigt!

Hier ist deine persönliche Reservierung

AIR SHUTTLE
 AIRBUS XYZ
 FLUG TAXI

Dein Reservierungscode
GVMH
 Bitte beim Einstiegen deinen Fahrer vorzeigen

Fahrtbeginn
 24.07.2023
 16:30

Fahrgäste
 2 Erwachsene*r

Preis
30,50 inkl. MwSt.
 Fahrpreis bitte in bar bei deinem Fahrer bezahlen

Reserviert:
 24.07.2023, 16:00

FLUG STORNIEREN

EINHECKEN

RESERVIERUNG SPEICHERN

EINHECKEN

Wir haben folgende Daten von dir gespeichert:

Test neuer Personalausweis DAWT01352

Anwendungsstempel
 DR. MUSTERMANN
 GEB. GABLER
 HELGA
 01.02.1962 DEUTSCH
 BERLIN
 31.10.2010 297597

NAME
 Helga Mustermann

PERSONALAUSWEIS-NR.
 YNVE4JCN3333BDE

UNTERSCHRIFT

DATEN ÄNDERN

EINHECKEN

EINHECKEN

WIRD EINGECKT...

Bitte warte kurz,
 Du wirst gerade eingescheckt...

GLEICH FERTIG...

EINHECKEN

ERFOLGREICH EINGECKT!

Super!
 Du bist eingescheckt, jetzt kann es losgehen!

FERTIG

AIR SHUTTLE BUCHEN

Fahrt bewerten:

Cool, das du mit uns gefahren bist.
 Würdest du die wilde Fahrt noch bewerten? Das wäre nice!

Wie zufrieden warst du mit der Fahrt?

Würdest du die Fahrt Freunden empfehlen?

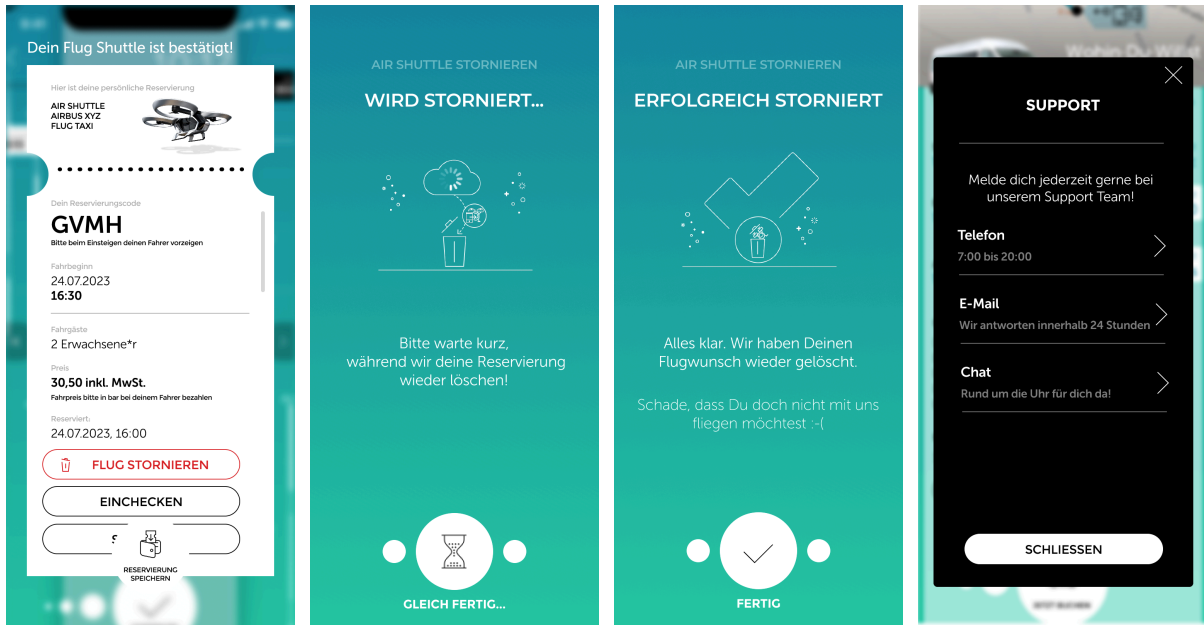
Wie würdest du die Qualität der Fahrt bewerten?

ÜBERSPRINGEN

BEWERTEN

EINSTIEG 16:30 Hauptstraße 1

MaaS-Demonstrator: Ausgewählte Ansichten zum Check-In und Bewertung



MaaS-Demonstrator: Ausgewählte Ansichten zu weiteren Funktionen

II.5 Akzeptanz-, Nutzer- und Designstudien

Beitrag der Technischen Hochschule Ingolstadt

II.5.1 Bürgerbeteiligung und Nutzerakzeptanz

Die Technische Hochschule Ingolstadt war im Rahmen des Projekts AMI-FlyingIN2Air für die Bürgerbeteiligung und öffentliche Akzeptanz verantwortlich. Genauer gesagt lag der Fokus darauf, die Meinungen, Fragen, Ängste, Bedürfnisse und Anforderungen der Bevölkerung zu erheben, um diese in den weiteren Entwicklungsprozess einbeziehen zu können. Nur wenn eine neue Form der Mobilität in der Bevölkerung akzeptiert wird, wird sich diese auch nachhaltig als alternatives Verkehrsmittel durchsetzen. Im Rahmen des Projekts wurden aus diesem Grund vielseitige Studien und Befragungen durchgeführt, um ein möglichst umfangreiches Stimmungsbild der Bevölkerung zu erhalten. Zusätzlich wurde eine VR-Simulation erstellt, um einen Passagierdrohnenflug für die Menschen möglichst realistisch abzubilden und ihnen ein Gefühl zu geben, wie sich der Flug mit einer Passagierdrohne anfühlen könnte.

Im ersten Schritt wurden hierzu Workshops im Sommer 2022 durchgeführt, um zu erfahren welche Wünsche und Bedenken die Menschen gegenüber Passagierdrohnen (eVTOLs) haben. Grundlage hierfür war die sogenannte Customer Journey; also alle Schritte, die potenzielle Passagiere durchlaufen, wenn sie mit einer Passagierdrohne fliegen (Information, Buchung, Reise zum Vertiport, Flug, Landung, Weiterreise...). Anschließend wurden alle Anmerkungen und Kommentare geclustert und ausgewertet. Die Ergebnisse der Workshops zeigen, dass neben Barrierefreiheit besonders auch die Verfügbarkeit von Personal, WLAN und die Mitnahme von Gepäck eine wichtige Rolle für die Akzeptanz der Bevölkerung spielen.

Parallel wurde mit der Erstellung einer immersiven VR-Simulation begonnen. Um diese besonders realistisch wirken zu lassen, sollten Video-Aufnahmen von Überflügen über Ingolstadt in die Umgebung integriert werden. Zusätzlich sollten realistische Geräuschmodellierungen der Drohngeräusche für ein gutes Audio-Erlebnis sorgen. Zwei Unternehmen unterstützen uns hier bei der Erstellung der Simulation und der Geräuschquellen im Unterauftrag (BeSB, proband15). Um die Videos aufnehmen zu können, wurden im ersten Schritt mögliche Flugrouten und Start-/Landepunkte in und um Ingolstadt definiert. Beispielsweise der InCampus, Ingolstadt Village, Nordbahnhof, Hauptbahnhof, umliegende Gebiete wie Gaimersheim und die Strecke Richtung Münchner Flughafen. Die Strecken wurden mit einem Kleinflugzeug überflogen, an dem eine 360° Kamera befestigt war. Für die Start- und Landeaufnahmen wurde eine kleine DJI Drohne verwendet.



Ansichten aus immersiven VR-Simulationen: Vertiport in München (links); Innenraum einer Passagierdrohne mit integriertem Überflugvideo (rechts)

Um das Sicherheitsempfinden zu untersuchen, wurde eine Studie im Rahmen einer Masterarbeit durchgeführt. Ziel darin war es, herauszufinden, wie unterschiedliche Witterungsbedingungen und Tageszeiten das Sicherheitsempfinden von Passagieren beeinflussen. Es wurden insgesamt acht Simulationsvideos erstellt, die einen Flug bei Schönwetter, Regen, Nebel und Schnee, jeweils bei Tag und Nacht zeigten. Die Teilnehmer saßen während der Studie in einem physischen Prototyp einer Passagierdrohne und sahen nacheinander die unterschiedlichen Szenarien. Anschließend bewerteten sie diese.

Eine weitere Projektstudie umfasste die Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung. Ziel war es, herauszufinden, wie viel die Menschen bereit wären, für einen Flug mit einer Passagierdrohne von München (Flughafen) nach Ingolstadt (Zentrum bzw. incampus) zu zahlen. Im Vergleich zu bestehender Forschung wurde der Faktor der Steuerungsart der Drohne berücksichtigt. Es wurde zwischen pilotierter, teleoperierter und autonomer Drohne unterschieden. Ein entwickelter Buchungssapp-Dummy für Passagierdrohnenflüge speicherte die eingegebenen Daten direkt für die Auswertung. Die Studie wurde bei verschiedenen Veranstaltungen an der THI durchgeführt, darunter Hochschulinformationstag, Lange Nacht der Wissenschaft und OnCampus-Festival. Die Befragung der Teilnehmer fand hierbei immer im Drohnenprototyp (gebaut im Rahmen von AMI-AirShuttle) statt.

II.5.2 VR-Studie kritische Flugsituationen

Nachdem bereits vorhergehende Studien gezeigt hatten, dass Angst sowie Sicherheit im Allgemeinen eine wesentliche Rolle bei der Akzeptanz von Passagierdrohnen spielen, war es wichtig, insbesondere kritische Flugsituationen einmal genauer zu betrachten. Ziel war es, herauszufinden, wie sich potenzielle Passagiere in kritischen Situationen fühlen und welche Unterstützungsmaßnahmen benötigt werden, um zu unterstützen. Zu Beginn des Projekts wurde den Studierenden eine einfache VR-Umgebung zur Verfügung gestellt, die als Basis für die einzelnen Simulationen dienen sollte. Folgende vier Szenarien wurden anschließend von den Studierenden in Kleingruppen bearbeitet und in VR umgesetzt:

- Vogelschlag (technische Notlandung)
- Go Around
- Turbulenzen
- Medizinischer Notfall

Ziel war es, herauszufinden, ob die kritischen Flugsituationen einen negativen Effekt auf die Emotionen der Teilnehmer hatten. Dies war insbesondere im Fall der Turbulenzen. Hier wurden zusätzlich zwei verschiedene Hilfestellungen entwickelt, die den Teilnehmern während auftretender Turbulenzen gezeigt wurden. Beide Hilfestellungen leiteten die Studienteilnehmer zu beruhigenden Atemübungen mit der 4-7-8 Methode an. Einmal wurden die Übungen von einem menschenähnlichen Avatar angeleitet und in der anderen Animation visualisierte ein auf- und abrollender Ball das Aus- und Einatmen der Probanden. Die Ergebnisse aller vier Studien zeigen, dass die kritischen Simulationen immer einen Effekt auf die negativen Emotionen der Probanden hatten, jedoch in keinem der Fälle signifikant.



Kabinensichten in VR-Studie: Bildschirm für Atemübungen – rollender Ball (B) – Avatar (C)

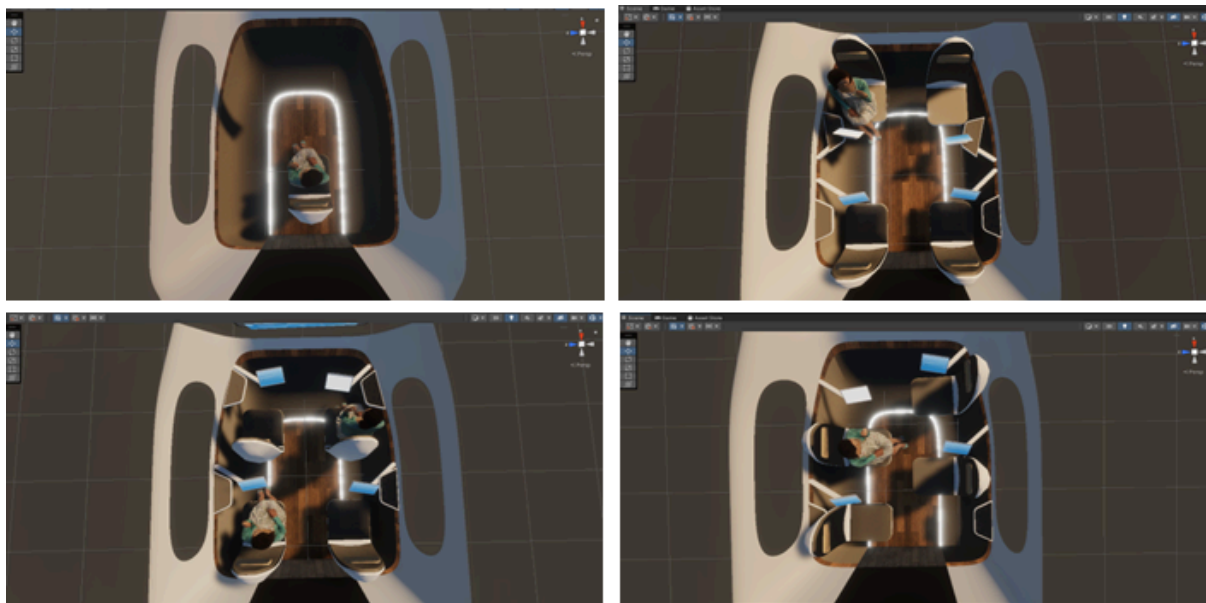
II.5.3 Akzeptanz-Studien Vertiport-Standorte und Überflughöhen

Im Frühjahr 2024 wurden im Rahmen eines Unterauftrages zwei weitere Studien durch die Katholische Universität Eichstätt durchgeführt. In einer quantitativen Studie lag der Fokus auf akzeptierten Vertiport-Standorten und der Bewertung einzelner Standorte. Darunter sind beispielsweise Ingolstadt Hauptbahnhof, InCampus oder das Ingolstadt Village. In einer qualitativen Studie sollten akzeptierte Überflughöhen erhoben werden.

II.5.4 VR-Studie und Workshops Sitzausrichtung

Ein weiteres Studierendenprojekt, das im Sommersemester 2024 betreut wurde, fokussierte sich auf bevorzugte Sitzkonfigurationen und Sitzausrichtungen in Passagierdrohnen. Hierfür wurde eine VR-Studie durchgeführt, in der Teilnehmer verschiedene Sitzanordnungen und Ausrichtungen gezeigt wurden. Anschließend wurden alle Teilnehmer befragt und gebeten, die unterschiedlichen Konfigurationen zu bewerten. Als klarer Favorit ging die Sitzkonfiguration in Flugrichtung hervor, wohingegen das seitliche Fliegen die am wenigsten beliebte Option unter den Teilnehmern war.

Zum selben Thema wurden zusätzlich noch Workshops durchgeführt. Der Unterschied hierbei war, dass die Teilnehmer mit unserem physischen Prototyp FeliFly (AMI-AirShuttle) interagierten. Sie konnten ihre Sitzplätze in der Drohne eigenständig wählen und die Sitzrichtung selbst einstellen. Die Ergebnisse zeigten die gleiche Tendenz wie jene der VR-Studie. Alle Teilnehmer bevorzugten das Sitzen in Flugrichtung. Vereinzelt wurden Stühle gedreht, um sich mit anderen Passagieren zu unterhalten, anschließend kehrten die Teilnehmer aber immer wieder zurück in die Ursprungsposition.



Kabinenkonfigurationen in VR-Studie: verschiedene Sitzplatzanordnungen – 1 Sitzplatz zentral in Flugrichtung (oben links), 4 Sitzplätze, davon je zwei in bzw. entgegen der Flugrichtung (oben rechts) – 4 Sitzplätze, alle in Flugrichtung (unten links) – 4 Sitzplätze, seitlich versetzte Anordnung nach innen (unten rechts)

II.5.5 Hybrider Showroom

Im Rahmen eines hybriden Showrooms, den die Stadt Ingolstadt zum Ende der Vorhabenslaufzeit federführend organisiert hat, konnte ein Großteil der aufgebauten virtuellen und physischen Testumgebungen aus dem Vorhaben der Öffentlichkeit in einer eigens dazu eingerichteten Ausstellungsfläche an der Technischen Hochschule Ingolstadt zugänglich gemacht werden. Im Rahmen einiger Vorträge wurden zudem Studienergebnisse vorgestellt und Bürger zu interaktiven Aktivitäten eingeladen.



Urban Air Mobility
Hybrider Showroom mit VR-Erlebnis

Jeden **Freitag 13 - 17 Uhr** geöffnet

- **VR-Drohnenflug** erleben
- **Fachvorträge** aus Wissenschaft & Praxis - u. a. von Airbus, Fraunhofer, etc.

Programm → 

14.5. - 14.6.2024
in der
THI Aula, Esplanade 10, 85049 Ingolstadt

Werbeflyer für Urban Air Mobility Showroom



Impressionen vom UAM-Showroom an der Technischen Hochschule Ingolstadt

II.6 Einführung innovativer Luftmobilität aus kommunaler Sicht

Beitrag der Stadt Ingolstadt

Die Stadt Ingolstadt engagiert sich seit 2018 intensiv für das Thema Advanced Air Mobility bzw. Urban Air Mobility. Organisatorisch beauftragt ist das Wirtschaftsreferat der Stadt mit der Stabsstelle Wirtschaft und Wissenschaft. Der Standort Ingolstadt bietet enormes Potential und Kompetenz, was diese neue und zukunftsweisende Form der luftgebundenen Mobilität im unteren Luftraum angeht. Neben etablierten Unternehmen wie Airbus existiert eine florierende Gründerszene im Bereich digitaler Technologien und elektrischen Fliegens, unterstützt durch das digitale Gründerzentrum brigk mit brigkAir, das als Startup-Inkubator entsprechende Unterstützung für Gründungswillige am Standort Ingolstadt bietet.

Darüber hinaus wird in Ingolstadt intensiv im Bereich des autonomen Fahrens und Fliegens geforscht. Neben der Technischen Hochschule Ingolstadt als KI-Mobilitätsknoten der Hightech-Agenda Bayern und der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt (KU) mit dem Mathematischen Institut für maschinelles Lernen und Data Science (MIDS) forscht und entwickelt auch das das Anwendungszentrum des Fraunhofer-Instituts für Verkehrs- und Infrastruktursysteme (IVI) in diesen Innovationsfeldern.

Damit die Stakeholder ein gemeinsames Netzwerk zum Austausch und zur Entwicklung innovativer Ideen und kreativer Forschungsverbünde vorfinden, hat die Stadt Ingolstadt die von der Europäischen Kommission unterstützte „UAM-Initiative Ingolstadt“ gegründet. Ein seit 2018 bestehendes, regional verankertes und inzwischen überregional agierendes Netzwerk von etwa 90 nationalen und internationalen Partnern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Behörden und Organisationen, die sich allesamt mit AAM/UAM beschäftigen. Sie verfolgen das gemeinsame Ziel, in Projekten und Studien den Einsatz von elektrisch angetriebenen Fluggeräten für die urbane Mobilität zu erproben.

Das Netzwerk bildet darüber hinaus den idealen Rahmen, um aktuelle Themen zu diskutieren, Anforderungen aufzunehmen und die Notwendigkeit einer Regulatorik in der Politik zu platzieren. Ein Anliegen der Initiative und insbesondere der Stadt Ingolstadt ist es auch, die Bevölkerung über die neuesten Entwicklungen und Ergebnisse rund um dieses Innovationsfeld zu informieren, gemeinsam zu diskutieren und deren Erwartungen rund um diese neue Mobilitätsform aufzugreifen und an geeigneter Stelle einzubringen.

Die Stadt Ingolstadt ist darüber hinaus innerhalb der „Urban-Air-Mobility Initiative Cities Community“ (UIC2) neben Aachen, Berlin, Hamburg und der Region Nordhessen eine von fünf deutschen UIC2-DE-Modellstädten bzw. eine von etwa 27 aktiven europäischen UIC2-EU-Modellstädten, die gemeinsam mit der Europäischen Kommission den Transfer städtischer Mobilität in die dritte Dimension vorantreiben, die Bedürfnisse der Städte und Regionen einbringen und dabei insbesondere für nachhaltige, sinnvolle und sichere Luftmobilität plädieren. Die Stadt Ingolstadt mit ihrer UAM-Initiative hat damit die große Chance und Verantwortung, das AAM/UAM-Ökosystem mitzugestalten und für eine sichere Luftfahrt von morgen einzutreten.

Als Verbundpartner im Vorhaben AMI-FlyingIN2Air mit einer kommunalen Perspektive auf die Einführung innovativer Luftmobilität konnte die Stadt Ingolstadt die Aktivitäten und Ergebnisse des Projekts in den Austausch mit Ansprechpartnern des Netzwerks der UAM-Initiative Ingolstadt einbringen. Darüber hinaus können auch weitere AAM-Initiativen, etwa die Modellstädte der UIC2, von den erarbeiteten Konzepten des Vorhabens profitieren.

Ein von der Stadt organisierter, einmonatiger UAM-Showroom an der Technischen Hochschule Ingolstadt machte Erkenntnisse aus dem Projekt der Öffentlichkeit in einem hybriden Format zugänglich, das Fachvorträge, interaktive Ausstellungselemente und Diskussionsformate vor Ort umfasste und ergänzend dazu [ausgewählte Inhalte des Showrooms auch online verfügbar](#) machte über ein Angebot der im Unterauftrag beteiligten IFG Ingolstadt.

Das Engagement der Stadt Ingolstadt endet jedoch nicht mit der Unterstützung theoretischer Projekte und Initiativen rund um den Bereich AAM/UAM. Es ist nun Zeit, nach Finalisierung zahlreicher Machbarkeitsstudien, Bürgerpartizipationsaktionen und der Erarbeitung von Konzeptentwürfen rund um die notwendige Start- und Landeinfrastruktur, den nächsten mutigen Schritt zu wagen. Die Stadt Ingolstadt möchte, in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern aus AMI-FlyingIN2Air, bis zum Jahr 2032 ein prototypisches Lufttransportsystem entwickeln und umsetzen, das den Bau zweier Vertiports voraussetzt, die den Luftraum zwischen Ingolstadt und dem Flughafen München verbinden, damit diese Verbindung künftig elektrisch per eVTOL befliegen werden kann. Das Vorhaben wurde zwischenzeitlich als Projektidee bei der Internationalen Bauausstellung (IBA) der Europäischen Metropolregion München eingereicht.

Falls dieses Vorhaben unter der Voraussetzung starker politischer Rückendeckung sowie notwendigen öffentlichen Fördermitteln realisiert werden kann, haben wir in Bayern die einmalige Chance, als Spitzenreiter ein neuartiges Mobilitätskonzept als absolute Innovation einzuführen, das weltweiten Leuchtturmcharakter besitzt.