



ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY  
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT  
DEPLOYMENT OF UAM

# UAM FORESIGHT SCENARIOS

## KNOWLEDGE GUIDANCE



ASSURED-UAM has received funding from the European Union's Horizon 2020 programme under Grant Agreement 101006696.



ASSURED-UAM is a project under the CIVITAS Initiative, one of the flagship programmes helping the European Commission achieve its ambitious mobility and transport goals.

**Über diese Broschüre:**

Diese Broschüre fasst die relevanten Ergebnisse des H2020-Projekts ASSURED-UAM zu Standards und Empfehlungen für den künftigen UAM-Einsatz zusammen.

**So zu zitieren:**

ASSURED-UAM (2023). UAM Foresight scenarios. Knowledge Guidance (Deutsch version). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7775109>.  
Verfügbar auf [www.assured-uam.eu/uam-foresight-scenarios-knowledge-guidance-brochure/](http://www.assured-uam.eu/uam-foresight-scenarios-knowledge-guidance-brochure/)

**Danksagung:**

Das Projekt ASSURED-UAM wurde von der EU im Rahmen von Horizont 2020 nach Finanzhilfvereinbarung 101006696 gefördert. ASSURED-UAM ist ein Projekt der CIVITAS-Initiative, eines der Flaggschiffprogramme, das der Europäischen Kommission ihre ehrgeizigen Mobilitäts- und Verkehrsziele erreichen hilft.

**Disclaimer:**

Die hierin enthaltenen Informationen geben die Ansichten der ASSURED-UAM-Mitglieder zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wieder und sind nicht als die Sicht der CINEA oder der Europäischen Kommission aufzufassen..

**Copyright:**

Copyright © 2023 ASSURED-UAM Consortium Partners. Alle Rechte vorbehalten. ASSURED-UAM ist ein Horizont-2020-Projekt, das von der EU gemäß der Fördervereinbarung Nr. 101006696 unterstützt wird. Zu mehr Informationen über Projekt, Partner und Beteiligte siehe [www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu). Sie dürfen dieses Dokument mit dem Copyright-Hinweis im Wortlaut vervielfältigen und verbreiten, es jedoch nicht verändern. Alle Bilder in dieser Publikation sind Eigentum der angeführten Organisationen oder Personen. Der Inhalt dieser Publikation darf vervielfältigt und weiter genutzt werden. Die endgültige Version dieses Dokuments sollte einer Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-SA 4.0 (Zuordnung: NonCommercial-ShareAlike 4.0 International) unterliegen. Die Nutzung dieser Publikation ist unter folgenden Bedingungen zulässig:

- » Zuordnung — Sie sollten das Dokument wie oben erwähnt zitieren, einen Link zur Lizenz bereitstellen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Sie können dies auf jede angemessenen Weise tun, nicht jedoch so, dass der Lizenzgeber Sie oder Ihre Nutzung zu unterstützen scheint.
- » Non-Commercial — Sie dürfen das Material nicht zu kommerziellen Zwecken verwenden.
- » ShareAlike — Wenn Sie das Material „remixen“, umwandeln oder darauf aufbauen, müssen Sie Ihre Beiträge unter derselben Lizenz wie das Original verbreiten.
- » Keine weiteren Einschränkungen — Sie dürfen keine rechtlichen oder technischen Maßnahmen anwenden, die andere daran hindern, etwas zu tun, was die Lizenz erlaubt..

Zu weiteren Details siehe <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>. Der Wortlaut der Lizenz ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

**Kontakte:**

Projektkoordinator: Bartosz Dziugiel E-Mail: [bartosz.dziugiel@ilot.lukasiewicz.gov.pl](mailto:bartosz.dziugiel@ilot.lukasiewicz.gov.pl)

Projektkommunikation: Raffaella Russo email: [russo@issnova.eu](mailto:russo@issnova.eu)

Herausgeber der Broschüre: ISSNOVA email: [institute@issnova.eu](mailto:institute@issnova.eu)

Projekt-Website: [www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu)

**Bildnachweise\*:**

Vorderdeckel: Aliaksandr Marko - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 4: phonlamaiphoto - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 5: designprojects - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 6: Es sarawuth - [shutterstock.com](http://shutterstock.com)

seite 8: By Spielvogel - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68340967>

seite 9: By Mztourist - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84237925>

seite 14: tiero - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 15: Tatiana Shepeleva - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 16: Tatiana Shepeleva - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 17: Es sarawuth - [shutterstock.com](http://shutterstock.com)

seite 19: By Raymar Laux - Volocopter GmbH, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623055>

seite 20: By Nikolay Kazakov - Volocopter GmbH, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=105514209>

seite 21: kinwun - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

seite 23: By SERU Film Produktion GmbH - Volocopter GmbH, CC BY 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623348>

Hinterdeckel: Aliaksandr Marko - [stock.adobe.com](http://stock.adobe.com)

\* Alle Bilder sind an ISSNOVA lizenziert

Dieses Dokument fasst die Ergebnisse des Projekts ASSURED-UAM zusammen und gliedert sich wie folgt:		Page
<b>1</b>	<b>ASSURED-UAM AUF EINEN BLICK</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DER UAM-KONTEXT</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	Trends und Ausblick	<b>5</b>
<b>2.2</b>	Grundlegende Technologien	<b>6</b>
<b>2.2.1</b>	U-Space	<b>6</b>
<b>2.2.2</b>	Technologischer Kontext	<b>7</b>
<b>2.3</b>	Fragen der Luftverkehrsordnung	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>DAS LUFTSEGMENT ALS TEIL URBANER MOBILITÄT</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	Beteiligte	<b>10</b>
<b>3.2</b>	Strategien zur nachhaltigen Integration in städtischen Gebieten	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>UAM IN NÄCHSTER ZUKUNFT</b>	<b>12</b>
<b>4.1</b>	Mobilität – Bedarf und Erwartungen an UAM	<b>12</b>
<b>4.2</b>	Ausgangsszenario – 2025	<b>13</b>
<b>4.3</b>	Zwischenszenario – 2030	<b>13</b>
<b>4.4</b>	Endszenario – 2035	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>ASSURED-UAM PILOTSTÄDTE</b>	<b>15</b>
<b>5.1</b>	Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolregion (GZM – Polen)	<b>15</b>
<b>5.2</b>	Metropolitan City of Bari (MCB – Italien)	<b>15</b>
<b>5.3</b>	Metropolitan City of Porto (MCP – Portugal)	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>ASSURED-UAM USE CASES</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	UC 2025 1 – Direkte Zustellung auf der letzten Meile	<b>17</b>
<b>6.2</b>	UC 2025 2 – Öffentliche Punkt-zu-Punkt-Lieferdienste	<b>17</b>
<b>6.3</b>	UC 2030 3 – Erweiterte Zustellung auf der letzten Meile	<b>17</b>
<b>6.4</b>	UC 2030 4 – Von A nach wohin auch immer	<b>18</b>
<b>6.5</b>	UC 2035 5 – Direkter medizinischer Personentransport	<b>18</b>
<b>6.6</b>	UC 2035 6 – Automatischer Personenlufttransport	<b>18</b>
<b>6.7</b>	Umweltkosten- und Energieschätzung für ASSURED-UAM Use Cases	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>UAM SERVICES UMSETZUNGSPROBLEME IN EUROPA</b>	<b>20</b>
<b>7.1</b>	Ziele und Erwartungen der Beteiligten	<b>20</b>
<b>7.2</b>	eLCC UAM Stakeholder Analyse	<b>21</b>
<b>7.3</b>	UAM als Teil eines multimodalen Verkehrssystems und seine Zukunftschancen	<b>21</b>
<b>7.4</b>	Öffentliche Akzeptanz	<b>22</b>
<b>7.5</b>	Leistbarkeit	<b>23</b>
<b>7.6</b>	Finanzinstrumente	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>ASSURED-UAM IN PILOTSTÄDTEN ERWORBENES WISSEN</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>HILFSRESSOURCEN</b>	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>AKRONYME</b>	<b>25</b>

## 1 ASSURED-UAM AUF EINEN BLICK

Urban Air Mobility (UAM) wird bald Realität sein und in den nächsten Jahrzehnten immer öfter eingesetzt werden. Daher hat das ASSURED-UAM-Projekt zum Ziel, eine besonders solide Grundlage für Sicherheit, Nachhaltigkeit und Akzeptanz der UAM-Entwicklung zu sichern. Damit UAM der erste und einer der wirksamsten Beiträge zum klimaneutralen Stadtverkehr 2050 wird, hat das Projekt:

- » Trends in kritischen Bereichen identifiziert
- » eine breite und umfassende organisatorische und politische Unterstützung für Behörden, politische Entscheidungsträger und Organisationen der städtischen Wirtschaft sichergestellt
- » Best Practices der Luftfahrt, Standards, Empfehlungen

und organisatorische Lösungen in den Verwaltungs- und Rechtsstrukturen der Stadt angepasst und verbreitet

- » Empfehlungen für die Integration von Verkehrsträgern am Boden in das U-Space Air Traffic Management System abgegeben.

ASSURED-UAM hat 6 Use-Cas-Szenarien getestet, die in einem Zeitrahmen von 5, 10 und 15 Jahren in drei verschiedenen Regionen erstellt wurden, in den Städten der Metropolregion Górnośląsko-Zagłębiowska (Region Oberschlesien in Polen), der Metropolregion Bari (Italien) und der Metropolregion Porto (Portugal).







## 2 DER UAM-KONTEXT

Das Konzept der Urban Air Mobility (UAM) ist noch nicht ganz klar definiert. Bislang ist es das Konzept eines automatisierten On-Demand-Lufttransportdienstes für Passagiere oder Frachten, der die Beförderung von Personen und Gütern von Tür zu Tür (D2D) oder fast bis zur Tür (near-to-D2D) mit bemannten und unbemannten Fluggeräten verschiedener Konfigurationen in oder zu dicht besiedelten Stadtgebieten ermöglicht.

### 2.1 TRENDS UND AUSBLICK

Die Notwendigkeit für die Großstädte, schnellere Verkehrsmittel zur Bewältigung der Mobilitätsprobleme in städtischen, stadtnahen und außerstädtischen Gebieten zu finden, fördert UAM als Lösung. Daher wird prognostiziert, dass der UAM-Markt bis 2035 eine jährliche Wachstumsrate (CAGR) von mehr als 10% aufweisen wird. Derzeit befindet sich der Markt in der Entwicklungsphase und umfasst viele Länder, die bereits an der kommerziellen Einführung von UAM arbeiten. Zudem zeigen UAM-Ideen eine gute Marktdurchdringung und kommen in Europa und Nordamerika schnell voran. Bis 2035 wird jedoch

der größte Marktanteil (39,27 %) auf den asiatisch-pazifischen Raum entfallen, wobei China aufgrund des Bevölkerungswachstums und der Verkehrsprobleme führend sein wird.

Es wird erwartet, dass UAM in den kommenden 15 Jahren Realität wird. 2025 sollten Warenzustellung und erste private Mobilitätsdienste eingeführt werden und 2035 wird eine umfassendere Entwicklung des Mobilitätsdienstes für gewerbliche Passagiere erwartet <sup>1</sup>. Allerdings müssen die Infrastrukturen (für das Ein- und Aussteigen, für Start und Landung, für Wartung, Aufladen der Batterien und Flughäfen mit verschiedenen Knotenpunkten) und das Flugverkehrsmanagement noch konzipiert, definiert und realisiert werden.

In einem D2D-Modus muss der vertikale Transport in städtischen Umgebungen in die bestehenden städtischen Verkehrsnetze und öffentlichen Dienste integriert werden, um einen effektiven und effizienten Transport von Gütern und Personen auf der Grundlage von Vorschriften, Sicherheit, Konnektivität und intelligentem Betrieb zu ermöglichen.

<sup>1</sup> SESAR Joint Undertaking: <https://www.sesarju.eu>

## COVID-19

Vor der COVID-19-Krise hatte die noch im Aufbau befindliche Branche der elektrisch betriebenen Fluggeräte (eVTOL) mit Investitionen von über 1 Mrd. USD ein stattliches Wachstum verzeichnet. Die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Luftfahrtindustrie infolge von Unterbrechungen der Arbeits- und Lieferketten und Betriebsstilllegungen belaufen sich auf Verluste von mehr als 84 Mrd. USD, die für 2020 erwartet werden. Die Pandemie hat aber auch die Bedeutung von UAM in Krisenzeiten deutlicher gemacht. Denn einige Organisationen und bestimmte Länder wollen in den kommenden drei bis fünf Jahren den kommerziellen Passagierbetrieb aufnehmen.

## 2.2 GRUNDLEGENDE TECHNOLOGIEN

Die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sind die wichtigsten Integrationsmittel für den Verkehr auf den Ebenen des monomodalen und multimodalen UAM-Stadtverkehrs. IKT-Anwendungen unterstützen UAM durch die Implementierung des Internets der Dinge (IoT), Kommunikationswerkzeuge, Big-Data-Verarbeitung und das Smart-City-Konzept. Letzteres soll Probleme durch Umsetzung technologischen Fortschritts in der Optimierung des Lebensraums, Verringerung der Umweltverschmutzung und Energieverbrauchsmanagement mindern.

### 2.2.1 U-SPACE

U-Space bietet Managementdienste für Drohnen über eine Reihe von Vereinbarungen, Protokollen, Kommunikation, Normen, Rechtsvorschriften, Informationen und Verkehrsdiensten, um ein geordnetes Wachstum des städtischen Luftverkehrs zu ermöglichen. Die U-Space-Dienste stützen sich auf ein hohes Maß an Digitalisierung und Automatisierung und haben spezielle Verfahren entwickelt, um einen sicheren, effizienten und geschützten Luftraum für viele Drohnen in einem offenen und wettbewerbsorientierten Markt zu gewährleisten.

Der erste U-Space implementierte eine Reihe spezieller Dienste, die auf Geowissenschaft, Identifizierung und Fluggenehmigung im Zusammenhang mit Drohnenbewegungen in der Umgebung von Flughäfen basieren. Entsprechend der zunehmenden Automatisierung und Konnektivität von Drohnen werden in den nächsten Jahren weitere Dienste und Operationen zur Verfügung stehen, die bis 2035 vollständig abgeschlossen sein sollen (Tabelle 1).



Tabelle 1: U-Space Roadmap

U-Space Phasen	Target	Services
U1	2019	Grundlegende Dienste für elektronische Registrierung, elektronische Identifizierung und Geofencing
U2	2022-2025	Erste Drohnenbetriebsdienste umfassen Flugplanung, Fluggenehmigung, Tracking und Anbindung an die konventionelle Flugsicherung.
U3	2025-2030	Weitere Dienste, die komplexere Operationen in dicht besiedelten Gebieten unterstützen, z.B. bei der Konflikterkennung, und automatisierte Erkennungs- und Ausweichfunktionen.
U4	2030-2050	Umfassende Dienstleistungen mit einem sehr hohen Maß an Automatisierung, Konnektivität und Digitalisierung für die Drohne wie auch für das U-Space-System

## 2.2.2 TECHNOLOGISCHER KONTEXT

In einem Zeithorizont von 5, 10 und 15 Jahren ist mit einer fortschreitenden Entwicklung von Fluggerätsystemen, Treibstoffenergiequellen, Antriebsoptionen und UAM-Infrastruktur zurechnen. Die Konzeption von Flugsystemen für Passagierdrohnen konzentriert sich auf die Schaffung einer tollen Kundenerfahrung, auf Nutzlast, Leistungsoptionen, minimaler Lärmbelastigung, Sicherheit, Kosten und technischen Merkmalen beruhend. Diese Kriterien leiten die wichtigsten Konzepte der Antriebsausführung: erwartete Markteinführungszeit, Reisetempo, Strecken-Akzeptanz und Nutzung. Bei Frachtdrohnen hingegen ist bereits ein sehr hohes technologisches Niveau erreicht, da (i) die Einbeziehung der Warenlieferung in den städtischen zivilen Luftverkehr (in Bezug auf Lande-, Start- und Ladebereiche) und (ii) die Regulierung unbemannter Drohnen für den sicheren Einsatz im Air Traffic Management (ATM) fehlen. Die nötige Infrastruktur für Ein- und Aussteigen, Start und Landung, Wartung und Aufladen der Batterien ist

erforderlich, um die Mobilität im städtischen, stadtnahen und außerstädtischen Luftverkehr zu ermöglichen. Vertiports (eine Art kleiner Flughäfen) sollten städtische Bezugspunkte, Flughäfen, Bahnhöfe und Autobahnen integrieren, um Knotenpunkte für einen effektiven D2D-Dienst bereitzustellen.

Zudem sollten flexible Fluggerät-Antriebssysteme und eine moderne Steuerung entwickelt und in eine innovative Plattform integriert werden, die den ehrgeizigen Ansprüchen der neuen Generation von Senkrechtstart und -landung gerecht wird. Die Entwicklung neuer moderner Batterietechnologien, die in innovativen thermisch-elektrischen Hybridsystemen und wasserstoffbetriebenen Antrieben eingesetzt werden, wird den Übergang zu einer sauberen und nachhaltigeren Energiequelle ermöglichen. Für die kommerzielle Beförderung muss die Stromquelle jedoch sicherer, haltbarer, kleiner, leichter und schneller aufladbar sein, um längere Flüge zu ermöglichen.

Der Zeitrahmen für die oben genannten Funktionen findet sich in Tabelle 2:

Tabelle 2: Erwartungen für den Zeithorizont von 5, 10 und 15 Jahren

Features	2021	2025	2030	2035
<b>Allgemeine Rahmenbedingungen</b>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Keine Durchbrüche bei den Antriebstechnologien.</li> <li>» Hersteller suchen nach Flugeffizienz-Möglichkeiten beim Design.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Verlässliche Energiequelle: höhere Energiedichte, Entlade- und Ladeenergie-Raten</li> <li>» Langer Flugbetrieb - Effiziente, sichere und zugängliche Technologien verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Beschränkungen für den Einsatz von Hybrid-Elektroflugzeugen im Stadtgebiet wg. Umweltverschmutzung.</li> <li>» Die Batterietechnologien sind effizienter und zuverlässiger, mit Batterien von höherer Energiedichte.</li> </ul>
<b>Technologie für Warenlieferung</b>	Laufende Flugtests	Auf Abruf und im ländlichen Raum	Fase de pruebas en área urbana	Tecnología totalmente disponible
<b>Infrastruktur</b>	Bau einiger Vertiports für Testflüge begonnen.	Vermehrter Bau von Vertiports. Zunächst von Frachtdrohnen und einigen privaten Lufttaxi genutzt.	Stadtraum Testphase	Technologie voll verfügbar
<b>ICT</b>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Frachtdrohnen in das Lieferkettenmanagement integriert</li> <li>» Unbemannte Passagierdrohnen sind in Europa noch nicht verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Voll autonome, papierlose Warenlieferkette für die am stärksten belastete Strecke</li> <li>» Nicht voll integrierter autonomer Personenflugverkehr in Europa in der Testphase</li> <li>» Vollständig integrierter, lokal besetzter öffentlicher Personenverkehr</li> </ul>



Bis 2025 soll eine Vielzahl von Tests und Experimenten zur Bewertung der verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Aspekte durchgeführt werden, einschließlich neuer Konzepte zur Untermauerung der Ansprüche und Ambitionen der individuellen Mobilität im Wettbewerb mit bestehenden Mobilitätskonzepten. Sobald die ersten Marktteilnehmer ihre Konzepte auf den Markt gebracht haben, wird sich der Schwerpunkt auf eine schnellere Technologieentwicklung und eine verstärkte Einführung von Innovationen in einem dynamischen Ökosystem verlagern, das durch eine wachsende Gruppe von Akteuren und eine zunehmende Anzahl unterschiedlicher Konzepte gekennzeichnet ist. Daher wird sich der Wettbewerb um die vertikale Mobilität im Jahrzehnt von 2025 bis 2035 verschärfen.

## 2.3 FRAGEN DER LUFTVERKEHRSORDNUNG

Die Vorschriften für den UAM-Personentransport sollen die Sicherheit der Insassen und anderer Luftraumnutzer gewährleisten, während der Gefahrgütertransport die Sicherheit unbeteiligter Personen, von Objekten am Boden und anderer Luftraumnutzer garantieren soll. Unzählige Vorschriften und Normen regeln die als hochriskant eingestuft Transportarten. Protokolle und Verfahren betreffen u.a. das Fluggerät, die Bodenstation, den Vertiport und den Betrieb und definieren ein Sicherheitsminimum. Andererseits werden Vorgänge mit mittlerem Risiko in einem betriebszentrierten Modus geregelt, der auf Risikobewertungen beruht, die vorab





festgelegt oder vom Antragsteller durchgeführt und von der zuständigen Behörde bewertet werden; da es sich um eine subjektive Bewertung handelt, ist das Mindestsicherheitsniveau nicht garantiert.

Die Vorschriften für den Stadtflieger-Sektor erfordern eine ständige Zertifizierung für eine Technologie, die sich aufgrund der schnellen und unvorhersehbaren Entwicklung des UAM-Marktes immer noch weiterentwickelt. Daher müssen Unternehmen und Entwicklerteams die Gefahren und alle Auswirkungen des UAM-Transports untersuchen, um die nahtlose Entwicklung zertifizierter Fahrzeuge zu gewährleisten. Die Vorschriften für VTOL-Fahrzeuge (einschließlich elektrischer Versionen und Antriebskonfigurationen) werden derzeit formuliert, da die entsprechenden Infrastrukturen und die erforderlichen Technologien noch in der Konzeptionsphase sind.

Die neuen U-Space-Verordnungen, die 2021 veröffentlicht werden, definieren Aufgaben und Zuständigkeiten und legen die Anforderungen an Betreiber und Dienstleister für unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS), Betreiber und U-Space-Dienstleister (USSP) fest, darunter Verfahren

für Registrierungsdienste und Unterstützung, Unfall- und Störungsmeldungen sowie der zuständigen Behörde jedes EU-Mitgliedstaats und der Verantwortung von Herstellern und Händlern.

Zudem ist bei der Verwaltung des städtischen Luftraums betr. technische und betriebliche Fortschritte der UAM und die weitere Integration in urbane Mobilitätskonzepte die Einbeziehung der zuständigen Stadt- und Regionalbehörden zwingend erforderlich, wobei deren Aufgaben und Zuständigkeiten festzulegen sind.

Beider Integration von UAS in den städtischen Raum sollten Vertreter der Entwickler, der Industrie, von Agenturen und anderen wichtigen Akteuren bei der Entwicklung von Normen berücksichtigt werden, um so ein breiteres Themenspektrum abzudecken. Die ersten Einführungen von standardisierten Entwicklungsorganisationen werden zwischen 2025 und 2035 erwartet.

Schließlich sollte das ATM bestehende Regeln, Strategien und Verfahren ändern, um die betriebliche Perspektive abzudecken und innovative UAM-Lösungen, Konzepte und Verkehrsmodelle zu fördern.



### 3 DAS LUFTSEGMENT ALS TEIL URBANER MOBILITÄT

#### 3.1 BETEILIGTE

Städte, Industrien, kleine und mittlere Unternehmen (KMU), Investoren, Forscher und andere Akteure im Smart-City-Bereich werden im Rahmen der europäischen Initiative für Smart Cities and Communities (EIP-SCC) zusammengebracht, welche die Öffentlichkeit, die Industrie und andere an der Entwicklung innovativer Lösungen Beteiligte in die Verwaltung der Städte einbezieht.

In den strategischen Langzeitplanungsunterlagen fehlen jedoch immer noch wichtige Erkenntnisse über die Einstellung der Bürger zur Nutzung der Mobilität,

was durch das derzeitige Fehlen von Vorschriften und speziellen Infrastrukturen belegt wird.

Akteure der Stadt- und Verkehrsplanung haben mit jenen der Luftfahrt und des Flugverkehrs in den Bereichen Energieinfrastruktur, Finanzierung und Beschaffung zusammengearbeitet, um politische und planerische Empfehlungen für die künftige nachhaltige Entwicklung europäischer Städte und ihrer Verkehrsdienste zu erarbeiten, die mit der Einführung von UAM-Diensten vereinbar sind. Die Akteure und Stakeholder sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3: Akteure und Stakeholder und jeweilige Bereiche

Bereich	Akteure und Stakeholder
Stadtverkehr und Stadtplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Verkehrs- (einschließlich Logistik) und Infrastrukturbetreiber</li> <li>» Intelligente Stadtdienste, die sich auf UAM stützen</li> <li>» Polizei und private Investoren</li> <li>» Lokales Ökosystem für Start-ups und Innovation</li> <li>» Öffentliche Behörden für Umweltschutz</li> <li>» Behörden für soziale Angelegenheiten (sozialer Zusammenhalt, soziale Eingliederung, Jobsicherheit)</li> <li>» Bildungseinrichtungen</li> <li>» Bürger/Zivilgesellschaft</li> </ul>
Luftfahrt und ATM	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Airport-Betreiber</li> <li>» Vertiport-Betreiber</li> <li>» Betreiber der allgemeinen Luftfahrt (Freizeit- und Berufsluftfahrt)</li> <li>» Gewerbliche Luftfahrt Betreiber</li> <li>» U-Space/UTM (Urban Traffic Management)</li> <li>» UAS- und UAM-Betreiber</li> <li>» AUS-Piloten</li> <li>» AUS-Hersteller</li> <li>» Air Traffic Controller (ATC)</li> <li>» Air Navigation Service Provider (ANSP)</li> <li>» Nationale Luftfahrtbehörden (NAA)</li> <li>» Nationale/Regionale/Lokale Aufsicht</li> <li>» Militärbehörden und militärische Einsatzkräfte.<sup>i</sup></li> </ul>
Energieinfrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Grid/Smart Grid Manager</li> <li>» Erzeuger von Energie aus erneuerbaren Quellen</li> <li>» Erzeuger fossiler Energie</li> <li>» Energieanbieter</li> <li>» Investoren</li> <li>» Start-ups</li> <li>» Bürger</li> </ul>
Financing und Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Nationale/Regionale/Lokale Aufsicht</li> <li>» Service-Infrastruktur-Provider</li> <li>» Öffentliche und private</li> <li>» Investoren</li> <li>» Bürger</li> </ul>

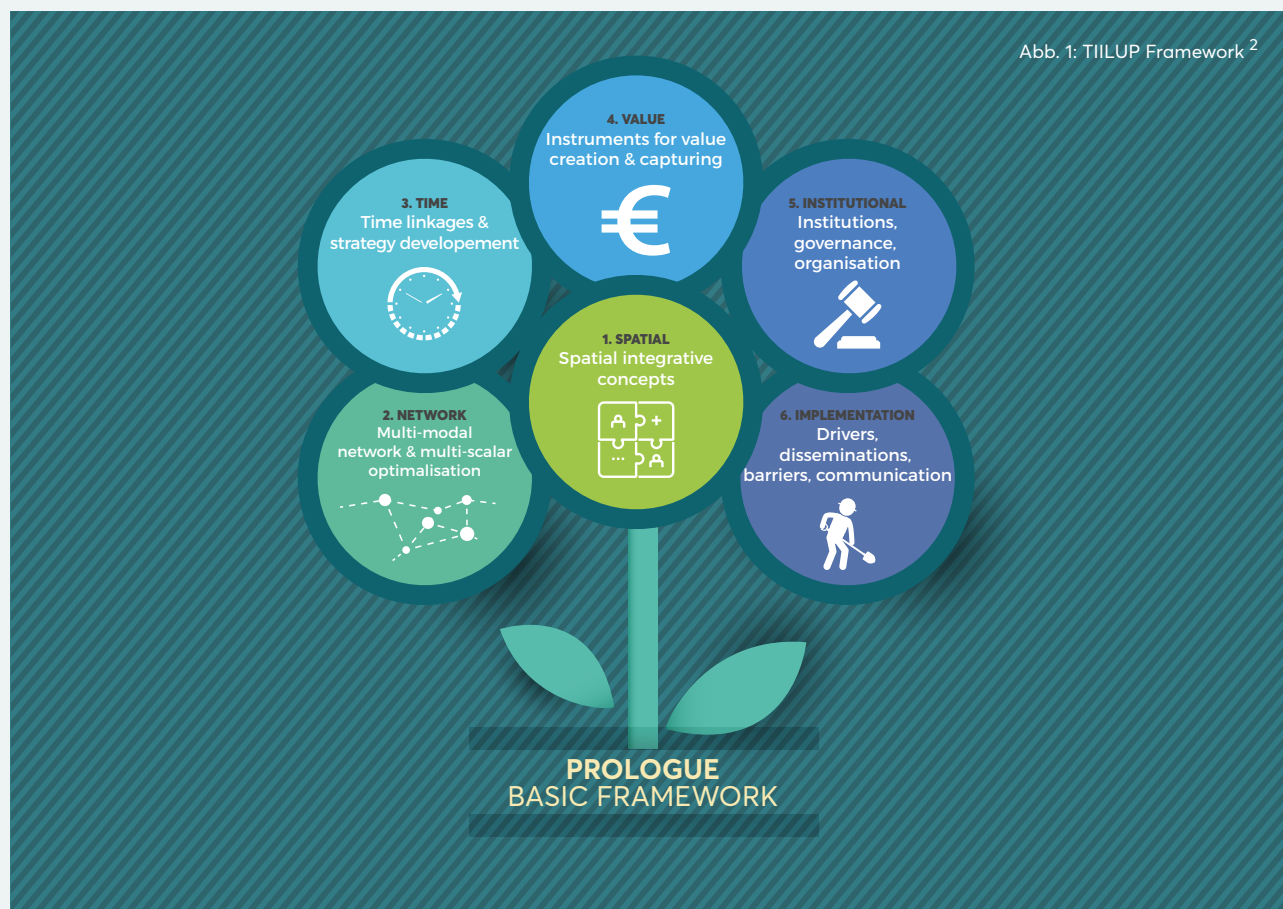
## OPERATIVE EINSCHRÄNKUNGEN

Während die Flugtechnologien bereits weit fortgeschritten sind (viele befinden sich in der Zertifizierungsphase), müssen die Städte Investitionen tätigen, um die bestehenden Infrastrukturen anzupassen und neue zu schaffen, um diesem neuen Verkehrsträger gerecht zu werden. Überdies gibt es Aspekte der Regulierung, der Zertifizierung, der Integration von ATM und UTM, der Umwelt und den U-Space-Diensten, die angemessen berücksichtigt werden müssen, um eine effektive Umsetzung von UAM in europäischen Städten zu ermöglichen – Verwaltung von Infrastruktur und Flächennutzung, Energieversorgung, U-Raum-Dienste, ATM-Integration, Vorschriften und Risikomanagement, Umweltaspekte und Einschränkungen der multimodalen Verkehrsintegration.

## 3.2 STRATEGIEN ZUR NACHHALTIGEN INTEGRATION IN STÄDTISCHEN GEBIETEN

Im Rahmen einer breiteren disziplinären Dimension (Abb. 1) sorgt die Integration von Raumkonzepten mit den entsprechenden ergänzenden Infrastrukturen und Netzen für eine nahtlose Integration der Mobilität mit allen Verkehrsträgern. Zur Förderung integrierter physischer Schnittstellen sind daher folgende Lösungen erforderlich:

- » Prüfung integrativer Konzepte für räumliche Agglomeration und Verkehr (transitorientierte Entwicklung oder multimodale Korridore).
- » Sicherstellung einer multimodalen Netzoptimierung auf verschiedenen räumlichen Ebenen.
- » Paradigmenwechsel im Zusammenhang mit veränderten Lebensstilen und Verbindungen zu Mobilität und Zugänglichkeit.
- » Wertschöpfung und Kombination von Infrastruktur und Raumentwicklung.
- » Berücksichtigung des institutionellen Governance-Ausmaßes, um die Umsetzung der integrierten Planung zu fördern und Hindernisse zu beseitigen.



<sup>2</sup> Transport Infrastructure Integrated with Land-Use Planning (TIILUP): [https://www.nuvit.eu/wp-content/uploads/2018/08/tiilup-scoping-study\\_dec2013.pdf](https://www.nuvit.eu/wp-content/uploads/2018/08/tiilup-scoping-study_dec2013.pdf)



## 4 UAM IN NÄCHSTER ZUKUNFT

Kurz- bis mittelfristig ist es sehr unsicher, wie die Integration erfolgen könnte. Parallel zum Anstieg der Bevölkerungsdichte müssen die städtischen Gebiete weiterhin Lösungen für die Mobilität von Pendlern bieten. Daher muss die urbane Luftverkehrsmobilität in einem umfassenden System in das städtische Netz integriert werden, wobei Sicherheit, öffentliche Akzeptanz sowie die einschlägigen rechtlichen und organisatorischen Mobilitätssysteme gewährleistet sein müssen, ebenso die Einbettung des UAM-Verkehrs in ein multimodales städtisches Verkehrsumfeld, Anpassung, Weiterentwicklung und Integration der Infrastruktur, was auch die Nachhaltigkeit des gesamten ökologischen Fußabdrucks umfasst.

UAM wird voraussichtlich in der spezifischen Nische des Abholens nach der Entbindung, des Notfalltransports oder der Geschäftsreise eingesetzt werden und würde erst dann als integrierte Mobilitätsoption betrachtet werden, wenn technologische Entwicklungen leistbare Preise für die Bevölkerung ermöglichen. Zudem wird das Pendeln durch die wachsende Zahl von Heimarbeitsplätzen erheblich abnehmen und UAM wird die Erbringung von Dienstleistungen erleichtern.

### 4.1 MOBILITÄT – BEDARF UND ERWARTUNGEN AN UAM

Wesentliche Anforderungen an UAM sind geeignete Standorte und Gebäude für Vertiports, ähnliche Sicherheitsniveaus wie für Verkehrsflugzeuge und niedrige Lärmpegel für eine bessere soziale Akzeptanz.

Derzeit beruht die Entwicklung von Vertiports auf der Zusammenarbeit zwischen erfahrenen Infrastrukturakteuren und UAM-Fluggerätherstellern (obwohl die Hersteller auch die Entwicklung einiger ihrer Konzepte demonstrieren haben). Vertiports werden leicht zugängliche Bereiche für Kunden sein und sich durch unterschiedliche Größen und Mengen auszeichnen, je nach dem erwarteten Verkehrsaufkommen und der jeweiligen Stadt. Der Anschluss an das Stromnetz ist für den Ladevorgang der UAM-Fluggerätbatterien obligatorisch.

Hohe Sicherheitsniveaus sind ein wesentlicher Aspekt des UAM-Betriebs. Die Gewährleistung vergleichbarer Standards wie jener der allgemeinen Luftfahrt sichert somit die gesellschaftliche Akzeptanz des neuen Verkehrskonzepts. Schließlich stellt der von den Fluggeräten erzeugte Lärm ein erhebliches Risiko für die Akzeptanz des Einsatzes von UAM dar; daher sollte der Lärm in allen

Betriebsphasen auf einem akzeptablen und angemessen niedrigen Niveau gehalten werden.

Positive Erwartungen ergaben sich aus der sozialen Akzeptanz der Nutzung des UAM-Transportsystems, da es die Reaktionszeit bei Notfällen verkürzt, Staus und lokale Emissionen reduziert, abgelegene Gebiete erschließt, neue Arbeitsplätze schafft und eine marktführende Position in Europa, Asien und den USA einnimmt.

Ein vollständiges Betriebskonzept (ConOps) für Frachtdrohnen wurde (mit Angaben zu Drohnenlandeplatz, Frachtdrohne, Drohnenkorridor, Drohnenbetrieb, UTM-spezifischen Diensten und Betrieb von Frachtdrohnen) erstellt wie auch ein vollständiger Antrag auf Personenbeförderung ConOps beschreibt den UAM-Betrieb (Vorflug-, Abflug-, Strecken-, Anflug-, Lande- und Nachflugphase).

Beide Dokumente sind die Leitlinien für das Vorantreiben von Operationen und haben zwei Aussagen gemeinsam: Das Hauptziel jeglicher Änderungen im regulatorischen Umfeld ist immer die Gewährleistung der Sicherheit des Luftraums und die UAM-Dienste sollten flexibel und skalierbar sein. Dann sind in den farbigen Kästen Hintergrund und Annahmen für jeden Drohrentyp angegeben.

### VORAUSSETZUNGEN FÜR FRACHTDROHNEN

- » Betrieb in einem regulatorischen Umfeld, wobei die EU und die nationalen Regulierungsbehörden am wichtigsten sind.
- » Betriebsparameter und ständige Übersicht werden von den zuständigen Behörden geregelt und festgelegt.
- » Zunächst wird die Zustellung von Waren nur in geeigneten Gebieten (mit registrierten Landeplätzen) erfolgen; alternativ wird es Zustell-Sortierzentren geben.
- » Regulierungsbehörden können bei Bedarf auf die Betriebsdaten der Drohnen für Warenlieferung zugreifen.
- » Kooperatives Verkehrsmanagement, das in Übereinstimmung mit einer Reihe von gemeinschaftlich entwickelten und von den Regulierungsbehörden genehmigten gemeinschaftsbasierten Regeln (CBRs) durchgeführt wird).
- » Warenlieferungsdienstleister per Drohne werden während der Warenlieferungen Informationen erhalten/austauschen.
- » Drohnenbetreiber halten sich an die gemeinsame Absicht und sind sich des Zwecks anderer Operationen in der Nähe bewusst.

## VORAUSSETZUNGEN FÜR PASSAGIER-DROHNEN

- » UAM-Fluggeräte werden in einem regulatorischen Umfeld betrieben, wobei die wichtigsten Regulierungsbehörden die FAA für die USA und die EASA für die EU sind.
- » Die FAA und die EASA behalten die Regulierungsbefugnis und sind für die Festlegung von Betriebsparametern und die Aufrechterhaltung der Aufsicht verantwortlich.
- » Die Betreiber können ihren Betrieb nicht auf Kosten der Optimierung des gesamten UAM-Betriebsumfelds optimieren.
- » Das kooperative Verkehrsmanagement erfolgt in gemäß den von der Gemeinschaft entwickelten und von den Regulierungsbehörden genehmigten gemeinschaftsbasierten Regeln (Community-Based Rules, CBRs).
- » Die Regulierungsbehörden behalten es sich vor, die Anforderungen an die Betriebsleistung einzelner Luftfahrzeuge zu erhöhen, um die Auslastung des Luftraums zu optimieren.
- » Die Betreiber werden während des UAM-Betriebs Informationen von den UAM-Diensteanbietern (PSUs) erhalten bzw. austauschen.
- » Die PSUs sollen in der Lage sein, UTM-Fluginformationen über das Netzwerk der UAS Service Supplier (USS) zu erhalten, und das USS-Netzwerk wird in der Lage sein, UAM-Fluginformationen über das Netzwerk der PSUs zu erhalten.
- » UAM-Betreiber verfolgen die gleiche Absicht und die Betreiber sind über die PSUs über den Zweck anderer Operationen in der Nähe informiert.
- » Die Regulierungsbehörden müssen möglicherweise mittels DCB eingreifen, um den Betrieb zu unterstützen, wenn die Zahl der UAM-Operationen steigt.

### 4.2 AUSGANGSSZENARIO – 2025

Das große Interesse an diesem neuen städtischen Verkehrssystem gilt auch den Fluggesellschaften und Flughafenbetreibern, die von der weltweiten COVID-19-Pandemie stark betroffen sind. Die Entwicklung solcher Fluggeräte ist weit fortgeschritten, aber Infrastrukturen (z.B. Vertiports), Managementtechnologien und -vorschriften sind noch in der Entwicklung<sup>3</sup>. Daher konzentriert sich das UAM-Ausgangsszenario bis

<sup>3</sup> In the first phase, before passing to a full automation of the flight, the operations will be conducted by a on board pilot.

2025 auf den Betrieb des öffentlichen Nahverkehrs in städtischen Gebieten mit einem echten Piloten an Bord des Fluggeräts wie folgt:

Die automatisierte Ware Zustellung per Drohne soll sich in der Testphase befinden. Daher ist nur eine minimale Fähigkeit zur vollen Nutzung der verfügbaren IKT-Lösungen vorgesehen.

Unbemannte Personenbeförderung per UAM wird in Europa wohl nicht verfügbar sein.

Bemannte Passagierflüge über dicht besiedelte Gebiete, die aufgrund des relativ geringen Umfangs des Betriebs nicht von den verfügbaren IKT-Lösungen abgedeckt werden.

### 4.3 ZWISCHENSZENARIO – 2030

Warenlieferung: Integration von Frachtdrohnen in das Lieferkettenmanagement – alle Funktionen verfügbar (z.B. Sendungsverfolgung mit Angabe der tatsächlichen Position) und verstärkte nachhaltige Optimierung der Kapazitäten von Frachtunternehmen (Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks).

Personenverkehr: Unbemannte Personenbeförderung wird in Europa voraussichtlich nicht verfügbar sein, und der bemannte öffentliche Personenverkehr über dicht besiedelten Gebieten wird teilweise mit begrenzten Verkehrsträgern in einem begrenzten Gebiet integriert werden.

### 4.4 ENDSZENARIO – 2035

Warenlieferung: Völlig autonome, papierlose Warenlieferkette für die meisten beladenen Strecken, automatisierte Lagerhaltung und Warenladung und -entladung – erwarteter hoher Grad an Integration und Digitalisierung des Verkehrs. In dicht besiedelten Ballungsgebieten müssen Frachtdrohnen ausschließlich zwischen speziell gesicherten Bodeninfrastrukturen (Knotenpunkten) operieren.

Personentransport: Die autonome Personenbeförderung im Luftverkehr dürfte sich in Europa in einer Testphase befinden, ist aber noch nicht vollständig integriert. Die unbemannte Personenbeförderung (unter Verwendung von UAM-Technologien) wird im Jahr 2050 ausgereift sein. Der bemannte öffentliche Personenverkehr über dicht besiedelten Gebieten wird lokal mit begrenzten Verkehrsträgern in einem begrenzten Gebiet vollständig integriert sein.

## BIS 2050

Anzunehmen ist, dass der unbemannte Personenverkehr im Jahr 2050 aufgrund der Integrationsaspekte, die durch die identifizierten Use Cases als Teil eines integrierten Verkehrssystems hervorgehoben werden, ausgereift sein wird. So können Nachhaltigkeit und Akzeptanz der UAM gefördert werden.

Dank den Erfahrungen, die bei Planung und Bau von ATM-Systemen gesammelt wurden, werden die Lösungen für UTM-Systeme in einer intermodalen Reise voll einsatzfähig sein und sich auf neue Technologien und einen hohen Automatisierungsgrad stützen, um den zunehmenden Einsatz unbemannter

Flugzeuge effizient und sicher zu verwalten. Der kritische Punkt in diesem Zeitraum wird die Integration sein: physisch, netztechnisch, tariflich (Zahlungsmodalitäten), informationell und institutionell.

Die Rolle der Technologie in den Städten der Zukunft wird entscheidend sein. Automatisierung, Elektrifizierung, Konnektivität und Telematikdienste werden die Beziehung zwischen Mitteln, Nutzern und der Umgebung vereinfachen – ein innovatives Umdenken bei den Infrastrukturen.





## 5 ASSURED-UAM PILOTSTÄDTE

Städte bieten organisatorische, politische und innovative Lösungen zur Überwindung der Hindernisse, die der erfolgreichen Einführung von UAM in ältere Systeme und alternde Infrastrukturen entgegenstehen. Daher unterstützten drei Städte in ganz Europa die Ausarbeitung und Bewertung von Use Cases (UC) UAM-Einführungsszenarien:

### 5.1 GÓRNOŚLAŃSKO-ZAGŁĘBIOWSKA METROPOLREGION (GZM – POLEN)

Seit 2018 arbeitet GZM intensiv an der Umsetzung von UAM. Derzeit ist der urbane Luftraum hauptsächlich ein Testgebiet; aufgrund des Mangels an Alternativen für den städtischen Verkehr ist UAM eine Option zur Unterstützung städtischer Strategien, des gesundheitlichen Notfallmanagements, des Risikomanagements und des Umweltschutzes. Die derzeitige Haltung der lokalen Regierungen zur Aussicht auf einen kommerziell dominierten und überregulierten städtischen Luftraum beeinträchtigt jedoch die öffentliche Akzeptanz.

Der Großraum GZM ist sich bewusst, dass UAM die dritte Dimension der städtischen Mobilität ist und die Aufgaben im Zusammenhang mit den Luftverkehrsvorschriften auf die Tagesordnung gesetzt werden.

GZM steht vor der Herausforderung, Verkehrsdienstleistungen in einem postindustriellen Gebiet mit strenger infrastruktureller Entwicklung und hoher Bevölkerungsdichte im Kerngebiet von GZM zu erbringen, die Zugänglichkeit zu solchen Dienstleistungen in ländlichen Gebieten zu schaffen, die weit vom Ballungszentrum entfernt sind, und eine nachhaltige urbane Luftmobilität für medizinische Anwendungen aufzubauen - einschließlich Transport und medizinische Überwachung.

### 5.2 METROPOLITAN CITY OF BARI (MCB – ITALIEN)

Der Plan für nachhaltige Mobilität des MCB konzentriert sich auf Zugänglichkeit und Vernetzung der Städte, Verringerung der Luftverschmutzung und Senkung des Energieverbrauchs durch den Bau eines Terminals für den Verkehrsknotenpunkt neben dem Hauptbahnhof von Bari, worin auch UAM integriert werden soll.

In Kürze wird CMB den Einsatz von Drohnen zur

Unterstützung der Feuerwehr und des Katastrophenschutzes sowie zur Überwachung von Gebäuden fördern und erwartet, dass Frachtlieferdienste bis 2025/2030 städtische Logistikprobleme im Stadtzentrum und in Zonen mit kontrolliertem Zugang lösen werden. 2030 wird MCB wahrscheinlich auch UAM-Dienste für dringende Krankenhauslieferungen anbieten. Bis 2035 könnte der Einsatz von UAM zur Beförderung von Passagieren auf Abruf und zur Lieferung von Gütern durch Drohnen in Mehrstreckenabschnitten Realität werden.

### 5.3 METROPOLITAN CITY OF PORTO (MCP – PORTUGAL)

Der wirtschaftliche Gesamtzusammenhang der MCP erfordert eine viel umfassendere Perspektive bei der Betrachtung der grünen Agenda für Mobilität.

Porto hat bereits Maßnahmen zur Förderung der Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs ergriffen, die jedoch nicht alle Mobilitätsprobleme der MCP-Gemeinden vollständig lösen können. Daher erwartet der MCP von der Erkundung des Potenzials von UAM Folgendes:

- » Integration von Logistikunternehmen aus dem Flughafen und dem Hafen, um die zunehmend überlasteten Straßen zu vermeiden;
- » Lieferung von Arzneimitteln, die nur im Hauptkrankenhaus im Norden Portugals (in der Stadt Porto) verfügbar sind, an weniger bevölkerte Gemeinden, um Patientenströme in das Hauptkrankenhaus zu vermeiden;
- » Überwachungsdienste im sozialen Wohnungsbau und im Katastrophenschutz, wobei Drohnen menschliche Arbeitskräfte ersetzen können; und,
- » - Verbesserung der Vernetzung zwischen allen Gemeinden innerhalb der Metropolregion.



## 6 ASSURED-UAM USE CASES

Die wichtigsten Use-Case-Szenarien wurden auf Grundlage der wichtigsten UAM-Fracht- und Personenmobilitätsdienste definiert. Die Definition der konzeptionellen Abläufe bezieht sich auf alle beteiligten Akteure, Vorschriften und Verfahren (Tabelle 2). Das Konzept der fortschrittlichen Luftmobilität (Advanced Air Mobility - AAM) entstand durch die Einbeziehung von Anwendungsfällen, die nicht spezifisch für den Betrieb in städtischen Umgebungen sind, wie z.B. kommerzielle Nutzung (inner- und zwischenstädtisch), Frachttransport, öffentliche Dienstleistungen und private Fahrzeuge/Freizeit. Daher erörtert die AAM das breiteste Spektrum an Möglichkeiten für den Personen- und Güterverkehr in städtischen und stadtnahen Gebieten und zeigt die Beschreibung der Effizienz, Sicherheit und des umweltfreundlichen Personen- und Gütertransports von VTOL und eVTOL im Bereich

der Logistik in einer neuen Größe des städtischen Verkehrsnetzes auf.

Die wahrscheinlichsten Use Cases (UC), die innerhalb des Zeithorizonts unter Berücksichtigung des Technology Readiness Levels (TRL) und der geplanten Vorschriften als durchführbare Betriebsarten erwartet werden. Die UCs unterscheiden sich hinsichtlich der Art der Nutzlast, der maximal verfügbaren Flugstrecke (einschließlich Rückkehr), des Aufgabenprofils, des erwarteten U-SPACE-Levels, des Flugmodus, des Betriebsumfangs und des rechtlichen Rahmens, Betriebsmanagement, UAS-Konfiguration und -Komponenten sowie bodenbezogene Infrastruktur, IKT-Lösungen und Integrationsaspekte bei den Landverkehrsträgern. Die Ziele des Einsatzes von UAS für jedes Zeitraumenszenario sind in Tabelle 4 dargestellt:

Tabelle 4: UC Synthesis

Einsatzziel	2025	2030	2035
Mission Definition	Small Scale von Gütern bis zu 30km, mannüberwacht, manueller Plan, automatischer Flug	Regelmäßige Waren, bis zu 50km, AI überwacht, Automatischer Plan und Flug	Kleiner Sonder- und Linienverkehr mit Fahrgästen, bis zu 400 km, AI+ überwacht, automatischer Plan und Flug
UAS Spezifikation	VTOL	VTOL	VTOL, ultraleichte Festflügel
Infrastruktur	Öffentlich	Öffentlich/Privat	Unvorbereitete öffentliche Orte



## 6.1 UC2025|1 – DIREKTE ZUSTELLUNG AUF DER LETZTEN MEILE

Es handelt sich um eine der ersten Arten von Drohnentransporten, die üblicherweise in städtischen Gebieten eingesetzt werden. Aufgrund der relativ einfachen Aufgabe können erste Erfahrungen gesammelt werden, die für anspruchsvollere und an den tatsächlichen Marktbedürfnissen orientierte Operationen (fortgeschrittene Lieferungen auf der letzten Meile) erforderlich sind. In der Anfangsphase der Testdurchführung wird zunächst erwartet, dass der Ablauf der automatisierten Vorgänge von einem menschlichen Bediener überwacht wird. Kommerziell betriebene, einfache lokale Zustellung von kleinen, leichten Paketen von einem bestimmten Verteilungspunkt an den endgültigen Bestimmungsort, um nicht ausgelastete Pkw und leichte Lkw zu ersetzen, die für Kurierdienste verwendet werden.

Abgedeckt werden das Stadtzentrum (Wohn- und Geschäftsfunktionen), dicht besiedelte Wohngebiete in der Nähe des Stadtzentrums sowie Einkaufs- und



Gewerbegebiete am Stadtrand (der Schwerpunkt der Aktivitäten dürfte auf weniger anspruchsvollen Umgebungen in Bezug auf Hindernisse in der Luft, Flugbedingungen und Beschränkungen liegen).

Private Logistikdienste sind für kleine Unternehmen (große Einkaufszentren am Stadtrand und kleine Gewerbegebiete im Stadtzentrum) charakteristisch. Der Betrieb wird die letzte Meile des intermodalen Logistikzentrums im Stadtzentrum abdecken und umfasst Paketschließfächer auf den Dächern öffentlicher oder privater Gebäude oder in einem dafür vorgesehenen öffentlichen Raum. Die Fluglandezone befindet sich nicht in einem dicht besiedelten Gebiet.

## 6.2 UC2025|2 – ÖFFENTLICHE PUNKT-ZU-PUNKT-LIEFERDIENSTE

Im Rahmen einer öffentlich-privaten Partnerschaft und unter der Leitung einer öffentlichen Einrichtung werden Aufgaben mit hoher Priorität für den öffentlichen Dienst erledigt, die mit einem erhöhten Geschäftsrisiko verbunden sind und durch ein hohes öffentliches Interesse gerechtfertigt sind (z.B. medizinischer Transport von Blut, Medikamenten, medizinischen Proben oder anderen leichten Lasten). Operationen verbinden direkt Punkte unter öffentlicher Verwaltung wie Krankenhäuser, Labors oder andere Einrichtungen, die öffentliche Dienstleistungen erbringen.

UC bietet Versorgung für große Krankenhäuser, Gesundheitszentren und lokale medizinische Dienste (Apotheke, Klinik), die durch ein intermodales Logistikzentrum für Krankenhäuser und einen Hubschrauberlandeplatz in einer lokalen medizinischen Einrichtung in einem dünn besiedelten Gebiet unterstützt werden.

## 6.3 UC2030|3 – ERWEITERTE ZUSTELLUNG AUF DER LETZTEN MEILE

Zustellung auf der letzten Meile, aber komplexer und mit schwereren Trägern, die mehr als ein Paket während eines einzigen Einsatzes zustellen können. Der Betrieb wird vollautomatisch sein, aber immer noch von einem menschlichen Bediener überwacht werden, aber es wird deutlich weniger menschliches Eingreifen erforderlich sein, was eine höhere Anzahl von Einsätzen ermöglicht. Innenstädte und Stadtzentren (Wohn- und Geschäftsfunktionen), dicht besiedelte Wohngebiete in der Nähe des Stadtzentrums und vorstädtische Einkaufs- und Gewerbegebiete in Verbindung mit großen Einkaufszentren in den Außenbezirken und



kleinen Gewerbegebieten im Stadtzentrum durch private Logistikdienste, die sich auf ein intermodales Logistikzentrum der letzten Meile im Stadtzentrum stützen, durch Paketschließfächer auf den Dächern öffentlicher oder privater Gebäude oder in einem eigens dafür vorgesehenen öffentlichen Raum. Die Fluglandezone befindet sich nicht in einem dicht besiedelten Gebiet.

## 6.4 UC2030|4 – VON A NACH WOHIN AUCH IMMER

Das hohe öffentliche Interesse an Aufgaben mit hoher Priorität für den öffentlichen Dienst (komplexe und anspruchsvolle Aufgaben mit höherem Risiko, wie z.B. medizinische Transporte von Erste-Hilfe-Ausrüstung, Blut, Arzneimitteln, medizinischen Proben oder anderen leichten Lasten können direkt zum oder vom Unfallort durchgeführt werden) ermöglicht risikoreichere Operationen, die direkt mit Punkten unter öffentlicher Verwaltung wie Krankenhäusern, Labors oder anderen Einrichtungen verbunden sind.

Umfasst große Krankenhausgelände und alle Gebiete in versorgten Zonen der Stadt, in denen Gesundheitsfürsorge, öffentliche Sicherheit und Notfallmanagement angeboten werden, basierend auf einem multimodalen Logistikzentrum für Krankenhäuser und allen verfügbaren Flächen auf dem Boden oder in Hochhäusern (wenn es die Mindestsicherheitsanforderungen für Start und Landung erfüllt) in einem Gebiet mit geringer Bevölkerungsdichte (für die Beendigung des Fluges).

## 6.5 UC 2035|5 – DIREKTER MEDIZINISCHER PERSONENTRANSPORT

Der direkte Testbetrieb wird zunächst von einem menschlichen Bediener innerhalb eines einzigen Stadtgebiets überwacht und erlaubt den unbemannten medizinischen Transport von qualifizierten Passagieren/Patienten zwischen Krankenhäusern, die während des Flugs keine medizinische Hilfe benötigen, sowie die Erbringung von Gesundheitsdiensten zwischen großen Krankenhausstandorten unter Nutzung von Krankenhaus-Heliports für Start und Landung.

UC soll es ermöglichen, die notwendigen Erfahrungen für komplexere und kommerzielle unbemannte Passagierbeförderungen zu sammeln, um die traditionellen Rettungsdienste mit Hubschraubern schrittweise zu ersetzen.

## 6.6 UC2035|6 – AUTOMATISCHER PERSONENLUFTTRANSPORT

Angesichts der 2035 zugelassenen und auf dem Markt befindlichen Flugzeugkonzepte erreichen Luftfahrzeuge dicht besiedelte Gebiete, die sich den Luftraum mit dem unbemannten Verkehr teilen. Optional dürfen bemannte Flugzeuge nur im automatischen Flugmodus (Autopilot aktiv) in das U-SPACE-Gebiet einfliegen, wodurch der völlig autonome Passagierbetrieb der Zukunft eingeführt wird. Allerdings ist es noch nicht möglich, einen völlig unbemannten Betrieb zu ermöglichen.

Starts und Landungen auf Flughäfen mit gemischtem Verkehr, die zunächst von einem Piloten im Flugzeug unterstützt werden, werden automatisch durchgeführt. Auf Basis eines multimodalen Verkehrsknotenpunkts, der Hubschrauberlandeplätze in der Nähe des Bahnhofs, der Häfen und des Flughafens umfasst und mit dem städtischen Straßen-, Schienen- und Wasserverkehr verbunden ist, um die Passagiere von Veranstaltungen und Touristen zum Ziel-Hubschrauberlandeplatz zu bringen.

## 6.7 UMWELTKOSTEN- UND ENERGIESCHÄTZUNG FÜR ASSURED-UAM USE CASES

Die vollständigen Lebenszykluskosten und die Energieeffizienz jedes einzelnen UC wurden unter Berücksichtigung einer monetarisierten Komponente des ökologischen Fußabdrucks berechnet, indem die Quellen ermittelt und Werte für Investitions-, Energie-, Betriebs-, Verzögerungs-, Leerlauf-, Umwelt- und End-of-Life-Kosten angenommen wurden. Die Ergebnisse der eLCC-Analysen (Environmental Life Cycle Cost) für alle Anwendungsfälle lieferten wichtige Informationen über die Bereiche, die von Entscheidungsträgern sowie von UAM-Anbietern und -Betreibern im Hinblick auf die Kosten-Key-Performance-Indikatoren (KPI) nach den Kriterien Klimaneutralität, Nachhaltigkeit, Effizienz und soziale Aspekte berücksichtigt werden sollten.

Die zunehmende Sensibilisierung für die durch den Verkehr verursachten externen Kosten, die durch die Green-Deal-Strategie der Europäischen Kommission vorangetrieben wird, kann zweifellos als eine der Hauptbegründungen für einen solchen Ansatz angesehen werden. Denn es würde einen Vergleich ermöglichen, der ein genaues umweltorientiertes Bild der städtischen und stadtnahen Verkehrskosten vermittelt, und eine Grundlage für ein künftiges, vollständig integriertes, prioritäres, nachhaltiges und klimaneutrales System auf hohem Niveau schaffen, in dem UAM eine entscheidende Rolle spielt.

Unter der Annahme einer günstigen Wirtschaftslage könnten andere Kosten - bedingt durch die Zugänglichkeit des Luftraums, den unzureichenden Grad der ATM-Integration, den aufwändigen Zertifizierungsprozess, den langsamen oder (mangelnden) Fortschritt bei den Antriebsoptionen, Verletzungen der Cybersicherheit und den geringen (oder gar keinen) Automatisierungsgrad – die Leistbarkeit beeinträchtigen. Und selbst wenn die Steuerzahler endlich glauben, dass UAM sicher und leistungsfähig ist, blockieren einige Gruppen oft jegliche Verbesserungen (oder Aktivitäten) in ihrem lokalen Umfeld. Diese so genannten NIMBYs - Not In My Backyard - könnten die Kosten für die Entwicklung (oder Verbesserung) der UAM-Infrastruktur und den Betrieb der UAM schnell über ein vernünftiges Maß hinaus ansteigen lassen.

Unabhängig von der Art des Betriebs – Passagier- oder Frachtverkehr – gilt die allgemeine Regel "je größer die Nachfrage, desto niedriger die Einheitskosten" auch für UAM-Dienste.

Der größte finanzielle Beitrag zum UAM-Betrieb muss zweifellos in der Anfangsphase geleistet werden, wenn die gesamte Infrastruktur und die Fluggeräte angeschafft werden müssen. Diese Kosten reichen von 3,5 Mio. EUR für den Transport kleinerer Güter bis zu 12 Mio. EUR für die Personenbeförderung.

In der Betriebsphase von UAM, in der Energie-, Betriebs-, Verspätungs- und Leerlaufkosten, Umwelt- und End-of-Life-Kosten unterschieden werden können, machen die Betriebskosten fast 99 % aller ermittelten Kosten aus. In Zahlen ausgedrückt reicht diese Kostenkategorie von 471.000 EUR/Jahr für kleine Frachttransporte bis zu fast 2,5 Mio. EUR/Jahr für die Personenbeförderung. Die wichtigsten Unterkategorien bei kleinen/mittleren Frachtflügen sind Flugkosten, allgemeine Verwaltungskosten und Abschreibungskosten. Bei Passagierflügen und großen Frachtflügen hingegen sind

die erhöhten Auswirkungen der Gebühren mit den Kosten für den Flug und die Passagierdienste verbunden (bei Frachtflügen sind es die Kosten des Be- und Entladens von Paketen).

Die Energiekosten schwanken zwischen 300 EUR/Jahr und 26k EUR/Jahr. Erwähnenswert ist, dass der größte Teil dieser Kosten auf den Energieverbrauch des Fluggeräts während des Flugs zurückzuführen ist, während der Rest auf die Bodeninfrastruktur entfällt. Außerdem hängen die Energiekosten stark von der Entfernung und der Fluggerätgröße ab – je länger der Flug und je größer das Fluggerät, desto höher die Energiekosten.

Ein weiterer Kostentreiber für die UAM-Anbieter und -Betreiber sind die Verspätungen. Diese können bis zu 45.000 EUR/Jahr an Erstattungen für Paketempfänger und bis zu 900 EUR/Jahr für UAM-Fahrgäste verursachen. Je nach der Größe eines Fluggeräts und der in einem einzigen Flug zurückgelegten Strecke können die Gesamtumweltkosten zwischen 1.000 EUR/Jahr für kleine Frachttransporte und bis zu 8.000 EUR/Jahr für Passagiertransporte liegen. Die Gebühren für Kohlenstoffemissionen tragen am meisten zu diesen Kosten bei. Allerdings sind die Kosten für das Ende der Lebensdauer (Recycling) im Vergleich zu anderen Ausgaben relativ gering. Die jährlichen Kosten schwanken zwischen 128 EUR/Jahr und 564 EUR/Jahr, abhängig von der Anzahl der verfügbaren Flugzeuge und deren Lebensdauer.

Bei Betrachtung der Rentabilität von UAM-Betrieben ist die Deadhead-Quote eine wichtige Information für alle UAM-Anbieter im Personenverkehr. Aufgrund der erforderlichen Neupositionierung von Flugzeugen im Falle ihrer Nichtverfügbarkeit an einem bestimmten Flughafen können die angenommenen 20 % aller Operationen nicht monetarisiert werden, wodurch der Nettogewinn der UAM-Anbieter sinkt.





## 7 UAM SERVICES UMSETZUNGSPROBLEME IN EUROPA

UAM erfordert die Fähigkeit, die Aktivitäten der Logistik zu kontrollieren und zu synchronisieren, indem fliegende Fahrzeuge eingesetzt werden und ein ganzes Ökosystem um sie herum entwickelt wird: Passagiere, Flugzeuge und Unterstützungssysteme in einem hochkomplexen multimodalen Transportumfeld.

Das Wachstum der geteilten Mobilität, der On-Demand-Dienste und der Pay-per-Use-Modelle in den letzten Jahren hat die traditionelle Technologie in Frage gestellt. Darüber hinaus wird die Fülle neuer Daten über Mobilitätspräferenzen und Preisgestaltung die Anbieter von Mobilitätsdienstleistungen in die Lage versetzen, die Nachfrage nach UAM zu antizipieren, den attraktivsten Korridoren Vorrang einzuräumen, die Effizienz des Netzes zu steuern und verschiedene Verkehrsträger zu integrieren.

Gleichzeitig ist die Infrastruktur ein entscheidendes Hindernis für UAM. Sie ist von entscheidender Bedeutung für die Umgestaltung der Logistik auf der letzten Meile und der Mobilität der Menschen, für die Verbesserung der ökologischen Nachhaltigkeit, der Verkehrsüberlastung und der Effizienz der gesamten städtischen Aktivität.

## 7.1 ZIELE UND ERWARTUNGEN DER BETEILIGTEN

Die Zusammenarbeit verschiedener Beteiligter (z.B. etablierte Unternehmen, Start-ups, öffentliche Einrichtungen oder Forschungsorganisationen) ist von entscheidender Bedeutung, um den sozialen Nutzen von UAM für eine breite Öffentlichkeit und seine Rentabilität aus wirtschaftlicher Sicht zu erfassen. Infrastrukturanbieter und -betreiber, Immobiliengesellschaften, Betreiber von Verkehrsknotenpunkten und Einzelhändler spielen eine wichtige Rolle bei der Schaffung der Grundlagen für die künftige UAM-Landschaft. Diese Akteure spielen eine entscheidende Rolle für die Zukunft der urbanen Mobilität, sei es durch Neuplanung von Stadtgebieten, Umwidmung bestehender Gebäude oder den Bau von UAM-Infrastrukturen aus neuen Perspektiven.

Die Einbeziehung von "aktiven Akteuren" hilft dabei, Bedürfnisse und Anforderungen zu ermitteln und zu teilen, die Wege und Entscheidungen legitimieren und Fragen an die Oberfläche bringen, die eine Untersuchung verdienen. Daher wurde der Erweiterte Beirat von ASSURED UAM (EAB), der sich aus Experten zusammensetzt, durch Umfragen, Interviews und Workshops konsultiert. Die Umfragen zielten darauf ab, erste Eindrücke und Gefühle über eine mögliche UAM-Vorausschau zu sammeln, die nicht durch die Präsentation von ASSURED- UAM-Anwendungsfällen beeinflusst wurden. Die Interviews befassten sich mit den Themen Finanzierung und





öffentliche Akzeptanz, betriebliche Einschränkungen und Validierung von LCC-Systemkomponenten, um eine Erklärung für die Ergebnisse der Web-Umfrage abzuleiten. Schließlich wurden während des Workshops die Vor- und Nachteile, Lücken und vorgeschlagene Use Cases diskutiert.

Der EAB wurde in die drei oben genannten thematischen Gruppen unterteilt, die vielfältig und umfangreich sind und alle Arten von Organisationen abdecken, die von der Einführung von UAM betroffen sein könnten:

- » Verarbeitende Industrie und Instandhaltung
- » Infrastruktureinrichtungen Industrie
- » UAM/Luftfahrtunternehmen Industrie
- » Forschungseinrichtungen
- » Öffentliche Einrichtungen, Netzwerke und Bürgervereinigungen, die an Strategie, Politik und Gesetzgebung beteiligt sind.

Die 83 EAB-Mitglieder (41 für die thematische Gruppe „Strategie, Finanzierung und öffentliche Akzeptanz“, 26 Mitglieder in der Gruppe „Operative Einschränkungen“ und 16 Mitglieder in der Gruppe „Systemkomponenten LCC“) vertreten die 15 EU-Mitgliedstaaten, die Vereinigten Staaten (Ohio University), Israel (Stadt Yerouam) und 5 europäische (supranationale) Einrichtungen und Netze.

## 7.2 ELCC UAM STAKEHOLDER ANALYSE

Aus städtebaulicher Sicht erfordert die Umsetzung von UAM physisch gestaltete und genutzte Räume, die digitale Dienste und Strom für den Energiebedarf bereitstellt. Daher sind der Dialog und die Zusammenarbeit zwischen Rechts- und Verkehrsbehörden, Stadtplanungsbehörden, kommunalen Einrichtungen, NGOs und Akteuren des Privatsektors von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung einer kohärenten Politik im Zusammenhang mit UAM

Regulierungsbehörden müssen einen Rahmen festlegen, der Innovationen nicht behindert und gleichzeitig den kritischen Belangen der Sicherheit der Fahrgäste und des Schutzes der Privatsphäre Rechnung trägt. Die Regulierung des gesamten UAM-Ökosystems muss so gestaltet werden, dass „fliegende Autos“ Realität werden. Neben einem soliden Rahmen für die Sicherheitsanforderungen im Zusammenhang mit dem zunehmenden Luftverkehr müssen in den kommenden Jahren auch die Vorschriften für die Konstruktion von UAM-Fahrzeugen, die Nachhaltigkeit, die Interoperabilität, die Sicherheit und den Datenschutz harmonisiert werden. Sekundäre Regelungen zur Verringerung der Lärmbelastigung und betriebliche Maßnahmen sind ebenfalls von entscheidender Bedeutung für das Ausmaß, in dem UAM

in Städten eingesetzt wird.

Weitere wichtige Faktoren sind die gesellschaftliche Akzeptanz von UAM-Passagieren und die wirtschaftliche Bereitschaft, für solche Dienste zu zahlen. Die Akzeptanz von und das Vertrauen in autonome Technologien und die entsprechenden Sicherheitssysteme werden die breite Einführung von UAM-Lösungen unterstützen. Auf Gemeinschaftsebene könnten Vorurteile, dass autonome Technologien Arbeitsplätze überflüssig machen, eine Barriere darstellen. Umweltaspekte, vor allem Bedenken hinsichtlich der Lärmbelastigung und der Ästhetik der Stadt, könnten ebenfalls zu Widerständen gegen die Akzeptanz von eVTOL führen.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind der von den Betreibern angebotene Preis pro Fahrt und die mit diesem Preis verbundenen Opportunitätskosten ein entscheidender Faktor für die Verbreitung von UAM-Diensten.

## 7.3 UAM ALS TEIL EINES MULTIMODALEN VERKEHRSSYSTEMS UND SEINE ZUKUNFTSCHANCEN

Verkehrsintegration ist ein organisatorischer Prozess, durch den die Planungs- und Umsetzungselemente des Verkehrssystems verkehrsträger-, sektor-, betreiber- und institutionenübergreifend zusammengeführt werden, um den ökologischen und gesellschaftlichen Nettonutzen zu erhöhen. Die wichtigsten Voraussetzungen für die Entwicklung eines integrierten Verkehrssystems sind eine physische Schnittstelle zwischen den Verkehrsträgern, die betriebliche Integration zwischen den Verkehrsträgern und die Integration der Dienstleistungen - gemeinsamer Tarif, Fahrscheinsystem usw.

Die Integration der physischen Infrastrukturen trägt zwar zu einer nahtlosen Mobilität bei, gewährleistet aber allein noch nicht deren Umsetzung. Nur mit einer betrieblichen Integration zwischen den Verkehrsträgern kann ein



solches Ziel erreicht werden.

Die Integration des vertikalen Verkehrssegments mit traditionellen Mobilitätssystemen in städtischen und stadtnahen Umgebungen wurde bisher noch nicht im gesamten Umfang des Mobilitätskonzepts umgesetzt, was es schwierig macht, Annahmen oder Schlussfolgerungen aus den wenigen weltweit vorhandenen Beispielen abzuleiten.

Die Integration des Dienstes ist eine noch größere Herausforderung. Wird der UAM beispielsweise zur Anbindung von Randgebieten genutzt, die mit anderen Verkehrsmitteln nur schwer erreichbar sind (z.B. Norwegen), muss der Betrieb des Dienstes unter solchen Bedingungen finanziert werden, da der Dienst dem öffentlichen Verkehr gleichwertig sein muss.

Die Integration der städtischen Luftverkehrsmobilität in den Bereich der Bodenmobilität ist zwar ein sich abzeichnender Trend, hängt aber immer noch vollständig von Faktoren wie dem Alter der Bevölkerung, Änderungen der nationalen Strategien zur Förderung der Mobilität von Pendlern, dem Wohlergehen der Bevölkerung und Sicherheitsfragen ab.

## 7.4 ÖFFENTLICHE AKZEPTANZ

Die öffentliche Akzeptanz steht in engem Zusammenhang mit den wahrgenommenen Vorteilen und Auswirkungen auf Lebensqualität, Gesundheit, soziales und wirtschaftliches Wohlergehen und wurde im Rahmen eines ko-kreativen Prozesses unter Einbeziehung der Perspektiven der Interessengruppen untersucht.

Um eine breite gesellschaftliche Akzeptanz von UAM-Fluggeräte zu erreichen, müssen viele Hindernisse überwunden werden. Bedenken hinsichtlich öffentlicher Belästigung und Umweltverschmutzung, Nutzungseinschränkungen, Privatsphäre, Sicherheit, Fähigkeiten, wirtschaftliche und regulatorische Faktoren sind zu berücksichtigen. Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes bestehen im Zusammenhang mit der Ausstattung von Drohnen mit Live-Videokameras, die zum Ausspionieren und Sammeln persönlicher Daten verwendet werden könnten. Sicherheitsbedenken ergeben sich aus der Möglichkeit von Fehlfunktionen, die Unfälle, Schäden oder Beeinträchtigungen von Menschen, anderen Flugzeugen oder Gebäuden verursachen können.

Sicherheit betrifft auch die sichere Zustellung von Paketen in Zustellungsszenarien, die häufig mit kriminellen Aktivitäten in Verbindung gebracht werden, wie z.B. dem Hacken und Entführen von Drohnen oder deren Einsatz zu Straftaten. Sichere Kommunikationskanäle und Datenplattformen sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass nur befugte Personen auf sensible Daten zugreifen können. Im Gegensatz dazu sorgt die Geofencing-

Technologie dafür, dass Drohnen nur innerhalb des Luftraums fliegen, den sie betreten dürfen.

Innovative Lösungen müssen sich diesen Herausforderungen stellen, um die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Funktionen und die funktionale Sicherheit zu erhöhen sowie Kosten und Energieverbrauch zu senken.

Die Industrie versucht, die wahrscheinlichste Einführungsstrategie festzulegen, die sich an der öffentlichen Akzeptanz der Städte und Bürger orientiert. Aus Sicht der Städte ist es eine große Herausforderung, die UAM in die von der Europäischen Union festgelegten Umweltziele zu integrieren. Darüber hinaus müssen die Städte eine neue Funktionsschicht in die knappen und angemessen bewerteten öffentlichen Räume einbeziehen.

All diese Aktivitäten werden von der öffentlichen Wahrnehmung des neuen Verkehrsträgers und der entsprechenden Infrastruktur und Systeme geprägt sein. Derzeit ist es jedoch schwierig, die Wahrnehmungen und Interessen der Hauptakteure zu integrieren (im Hinblick auf die Unsicherheit in Bezug auf das Thema).

Der Einsatz von UAM kann sich in bestimmten Nischen entwickeln, die von der Öffentlichkeit positiv aufgenommen werden, wie z.B. der Einsatz von Drohnen oder/und Flugzeugen für Rettungsdienste. Es wird jedoch erwartet, dass andere, häufigere Verwendungen mit einem geringeren wahrgenommenen Nutzen für das Gemeinwohl, wie z.B. App-Lieferdienste, Drohnen oder/und Flugzeuge, einen höheren Widerstand erfahren. Je größer und schwerer das Gerät ist, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es aufgrund des zu erwartenden Lärms, der optischen Beeinträchtigung und vor allem des Sicherheitsempfindens akzeptiert wird.

Bislang sehen weder die Industrie noch die Städte eine Strategie zur Internalisierung der Kosten dieser der Gesellschaft auferlegten externen Effekte vor. Schließlich, und das ist immer noch ein erheblicher Unsicherheitsfaktor, ist auch die Leistbarkeit der Dienstleistungen zu nennen. Bei Gütern mit geringem Wert ist noch unklar, ob sie auf dem Luftweg befördert werden sollen oder wie viel die Kunden bereit wären, für ein solches System zu zahlen. Im Falle des "Lufttaxis", der Personenbeförderung, wird erwartet, dass die Akzeptanz der Öffentlichkeit für einen solchen Verkehrsträger schwieriger zu erreichen sein wird.

## 7.5 LEISTBARKEIT

Die Frage der Leistbarkeit von UAM ist nach wie vor mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet. Daher kann die Leistbarkeit aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden, je nach dem für die UAM-Einführung gewählten Geschäftsmodell und der Luftverkehrspolitik



der Stadt.

Kurzfristig sind Paketzustellungen mit einem geringen Umsetzungsgrad innerhalb der städtischen Gebiete zu erwarten. Die Branche kann die Anfangsinvestitionen in UAM im Rahmen einer Marktdurchdringungsstrategie und nicht unbedingt als lukratives Geschäft mit einer großen Gewinnspanne unterstützen.

Mittel- und langfristig, wenn der Umfang der Tätigkeiten zunehmen und die entsprechenden Prozesse komplexer werden dürften, ist es zwingend erforderlich, das gewählte Geschäftsmodell mit der öffentlichen Akzeptanz und den Entwicklungsplänen der Städte zu verknüpfen.

Unabhängig davon, ob die Städte eine Perspektive für UAM als umweltfreundlichere Verkehrsoption haben, könnten öffentliche Subventionen das Geschäftsmodell unterstützen. Die Erwartungen im Hinblick auf die jüngsten Umweltauflagen für Landtransportfahrzeuge und die starken Bewegungen der Bürger sprechen jedoch gegen jede Lösung, die Lärm und visuelle Belästigung verursacht. Daher erscheint die Möglichkeit einer Subventionierung von UAM komplex und unwahrscheinlich, außer in spezifischen Nischen wie dem Gesundheitstransport und den Verbindungen aus

abgelegenen Hochland- und ähnlichen Gebieten.

Das Aufkommen autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr, insbesondere im Ridesharing, dürfte die Frage der Leistbarkeit von UAM noch komplexer machen. Autonome Fahrzeuge werden dazu beitragen, die Betriebskosten von Mobilitätsalternativen am Boden zu senken. Dies wird in naher Zukunft Realität werden, und die Wettbewerbsfähigkeit von UAM mit einer solchen Option wird eine Herausforderung sein, um attraktiv zu sein.

Die Ungewissheit über die Geschäftsmodelle wirkt sich auf die Relevanz des Themas Leistbarkeit aus. Diese kann die eine wichtige Rolle bei der Entscheidungsfindung der Nutzer in bestimmten Nischen spielen, z.B. bei Flughafen-Shuttles. Andererseits ist die Leistbarkeit vielleicht nicht entscheidend für die Nutzer, um diese Option bei Luxus-Lufttaxi oder Intercity zu wählen. Daher wird die UAM-Option wahrscheinlich als eine Option angesehen, die es gibt und die für diejenigen verfügbar ist, die sie sich leisten können. Die Maßnahmen und Merkmale der Betriebsnachfrage werden die öffentliche Akzeptanz für diese Lösungen beeinflussen.





## 7.6 FINANZINSTRUMENTE

Aufgrund der hohen Kosten von Pilot- und Demonstrationsprojekten konnte nur ein begrenztes Budget für die versuchsweise Einführung von Änderungen oder Testdiensten bereitgestellt werden, was die Nutzung des Potenzials solcher Maßnahmen einschränkte. Diese Auffassung wird von den Großstädten Bari und Porto geteilt, die der städtischen Luftverkehrsmobilität aufgeschlossen gegenüberstehen und kürzlich der UAM-Initiative Cities Community (UIC2) des EIP-SCC beigetreten sind. Dennoch sahen sich die Städte mit finanziellen Einschränkungen für die Durchführung von Pilotprojekten und Sensibilisierungsworkshops konfrontiert, um eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz zu erreichen.

Die Städte beobachten die europäischen Förderprogramme, um zu verstehen, wie das neue Luftverkehrskonzept in der Stadt eingeführt werden kann. Bis Herbst 2021 wurde die urbane Luftmobilität (Urban Air Mobility, UAM) ausdrücklich im Rahmen der Forschungs- und Innovationsmaßnahmen (RIA) HORIZON-CL5-2022-D5-01-13 erwähnt: Die Initiative "Digitale Luftfahrttechnologien für neue Geschäftsmodelle, Dienstleistungen, neue globale Bedrohungen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit" (HORIZON-CL5-2022-D5-01-13) könnte dazu beitragen, digitale Luftfahrttechnologien umzuwandeln, die neue europäische Geschäftsmodelle und Produkte mit minimalen Umweltauswirkungen und Wettbewerbsfähigkeit ermöglichen; digitale Luftfahrt, Raumfahrttechnologien und UAS umwandeln.

In den Programmen von Horizon Europe fehlt es an Möglichkeiten für eine neue und innovative Form der Mobilität wie UAM; d.h. in der Aufforderung (Saubere und wettbewerbsfähige Lösungen für alle Verkehrsträger (HORIZON-CL5-2022-D5-01)) scheint die Luftmobilität mit anderen Mobilitäts-/Verkehrsträgern zu konkurrieren.

Außerdem wird von neuen Projekten ein technologischer Bereitschaftsgrad von 7-8 erwartet, was bedeutet, dass die Technologie getestet werden sollte, "flugtauglich" und bereit für die Implementierung in eine bestehende Technologie oder ein Technologiesystem. Dies bedeutet, dass der Forschungsvorschlag unter Verwendung einer noch in der Entwicklung befindlichen Plattform für UAM erstellt werden sollte.

## 8 ASSURED-UAM IN PILOTSTÄDTEN ERWORBENES WISSEN

Während der Tests in den Pilotstädten konnte man die lokalen Auswirkungen der UAM-Einführung erkennen. Daher sind sich die Städte ihrer Rolle bei der Bereitstellung von UAM-Diensten nach den Bedürfnissen und Vorlieben ihrer Bürger bewusst.

Die städtischen Akteure sehen ihre Rolle als Mitgestalter von Dienstleistungen, haben aber auch großen Einfluss auf den Umfang und den Standort von UAM/U-Raum-Operationen. Dieser Einfluss sollte auch für Entscheidungen über die notwendige Infrastruktur

und die Instrumente zur Minderung von Risiken und nachteiligen Maßnahmen gelten.

Die Einbindung der Öffentlichkeit, ihr Engagement und ihre Beteiligung waren die wichtigsten Themen bei der Einführung von UAM. Die Probleme stehen im Zusammenhang mit der Entscheidung, die Initiative in einem dicht besiedelten Stadtbezirk anzusetzen, was zu Verwaltungsproblemen führte, die durch die Einrichtung einer bodenkontrollierten Zone gelöst wurden, um die Sicherheit des Flugbetriebs in MCB zu gewährleisten. Die Einbindung der Öffentlichkeit und die Akzeptanz wurden in MCP als kritische Punkte bei UAM-Projekten genannt und es stellte sich heraus, dass ohne ausreichende Einbindung und Akzeptanz der Öffentlichkeit jeder sozial nützliche UAM-Plan scheitern könnte. Die Fähigkeiten und innovativen Dienstleistungen der UAM-Lösungen, die in der realen Welt einem breiten Publikum vorgeführt wurden, stießen auf großes Interesse bei den Teilnehmern und der breiten Öffentlichkeit. Die Einbindung von Bürgern und Interessenvertretern in jeder Planungs- und Umsetzungsphase der städtischen Mobilität wird auch im GZM hervorgehoben, dessen Pilotprojekt sich auf den Krankentransport konzentrierte.

Daher wurden die folgenden allgemeinen Schlussfolgerungen aus den Pilotprojekten der Städte gezogen:

- » Einbindung von lokalen Behörden, Städteexperten, Endnutzern und Kunden in den Prozess der Entwicklung wichtiger öffentlicher Dienstleistungen entsprechend ihren Bedürfnissen;
- » Zusammenarbeit mit lokalen, zentralen und internationalen Akteuren des gesamten UAM-Ökosystems, einschließlich des öffentlichen und privaten Sektors, bei den rechtlichen und technologischen Rahmenbedingungen;
- » Durchführung von Pilotprojekten und Demonstrationen;
- » Einfach und sichtbar kommunizieren, um die Akzeptanz und den Komfort der Bewohner zu erhöhen;
- » Initiierung und Koordinierung einer öffentlichen Debatte, in der die potenziellen Vorteile und Herausforderungen von UAM auf unvoreingenommene und transparente Weise diskutiert werden;
- » Co-Creation von Simulationen mit Schwerpunkt auf Anwendungsfällen, die dem Gemeinwohl dienen, mit verschiedenen Stakeholder-Gruppen in unterschiedlichen Formen;
- » Vermittlung von Erfahrungen mit Drohnen, Lufttaxis und deren Eigenschaften (UAM-Dienste - Piloten im lebenden Labor") an die Öffentlichkeit;
- » Aufrechterhaltung der ständigen Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Behörden, um die Integration von UAM mit Mobilität und Stadtplanung zu gestalten;
- » Nutzung des Wissens der Städte bei Projekten, in denen die Kommunen eine aktive Rolle spielen.

## 9 HILFSRESSOURCEN

Dieses Dokument wurde auf der Grundlage der veröffentlichten Ergebnisse des Projekts ASSURED-UAM Acceptance, Safety and Sustainability Recommendations for Efficient Deployment of UAM (H2020 GA No 101006696) erstellt. Für weitere Informationen gehen Sie auf <https://assured-uam.eu/public-deliverables/>. Spezifische technische Details finden sich in den jeweiligen Reports :

- D1.1 Technologieverfügbarkeit Review Report
- D1.2 Regulatorischer Rahmen Report
- D1.3 Urban Mobility Integration Strategien Report
- D1.5 Finale ConOps Definition
- D2.1 UAM Einsatzstrategie Report
- D2.2 Betriebsbeschränkungen Report
- D2.3 UAM eLCC+E Schätzung Report
- D2.4 Finanzierung und öffentliche Akzeptanz
- D2.5 Anfangsszenarios für UAM als künftig integriertes urbanes Mobilitätssystem
- D2.6 Endszenarios für UAM als künftig integriertes urbanes Mobilitätssystem
- D3.1 Stakeholder-Einbindungsplan
- D3.2 Stakeholder-Befragungen Report
- D4.1 Standards und Empfehlungen für UAM-Komponenten
- D4.2 Richtlinien und Stadtplanungsstandards und Empfehlungen
- D5.1 GZM Metropolis UAM Case
- D5.2 Bari Metropolis UAM Case
- D5.3 Porto Metropolregion UAM Case
- D5.4 Umsetzungsprozess Schlussfolgerungen und Beobachtungen

## 10 AKRONYME

AAM	Advanced Air Mobility
ANSP	Air navigation service provider
ATC	Air Traffic Controller
ATM	Air Traffic Management
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CBRs	Community-Based Rules
D2D	Door-to-Door
DCB	Demand Capacity Balancing
EASA	European Union Aviation Safety Agency
EIP-SCC	European Initiative on Smart Cities and Communities
eLCC	Environmental Life Cycle Cost
eVTOL	electric Vertical Take-Off and Landing
FAA	Federal Aviation Administration USA
GZM	Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia – Poland
ICT	Information and Communication Technologies
IoT	Internet of Things
KPI	Key Performances Indicators
MCB	Metropolitan City of Bari – Italy
MCP	Metropolitan City of Porto – Portugal
NAA	National Aviation authorities
PSUs	Providers of Services
SMEs	Small and medium-sized enterprises
TRL	Technology Readiness Level
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aerial System
UC	Use Cases
UIC2	UAM Initiative Cities Community
USS	UAS Service Supplier
USSP	U-space Service Providers
UTM	Urban Traffic Management

---

<sup>4</sup> The confidential Deliverables are not present in the list.

## ASSURED-UAM-KONSORTIUM



Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation, Ł-ILOT, Poland,  
[www.ilot.lukasiewicz.gov.pl](http://www.ilot.lukasiewicz.gov.pl)



Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, CIRA, Italy,  
[www.cira.it](http://www.cira.it)



Centre of Engineering and Product Development, CEiiA, Portugal,  
[www.ceiia.com](http://www.ceiia.com)



Institute for Sustainable Society and Innovation, ISSNOVA, Italy,  
[www.issnova.eu](http://www.issnova.eu)



Distretto Tecnologico Areospaziale, DTA, Italy,  
[www.dtascarl.org](http://www.dtascarl.org)



Górnśląsko-Zagłębiowska Metropolia, GZM, Poland,  
[www.metropoliagzm.pl](http://www.metropoliagzm.pl)



Royal NLR – Netherlands Aerospace Centre, NLR, The Netherlands,  
[www.nlr.nl](http://www.nlr.nl)





ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY  
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT  
DEPLOYMENT OF UAM

[www.assured-uam.eu](http://www.assured-uam.eu)