



Zukunft der urbanen Luftraumnutzung

Perspektiven und Prognosen zum Einsatz von Lieferdrohnen
und Flugtaxis aus Sicht von 10 Expert*innen

Projekt: The Sky is the Limit – Die zukünftige Nutzung des urbanen Luftraums
www.skylimits.info

Robin Kellermann (TU Berlin), Tobias Biehle (TU Berlin)

November 2020

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

wissenschaft • im dialog



Technische
Universität
Berlin

1. Einleitung

Unbemannte Luftfahrzeuge, meist vereinfacht als Drohnen bezeichnet, nehmen in den Diskussionen über die Zukunft der Stadt im Allgemeinen und den städtischen Verkehr im Besonderen immer größeren Raum ein (Kellermann et al. 2020). Getragen vom Versprechen möglicher Effizienzgewinne und Kostenreduktionen erfuhr die vormals exklusiv militärische Drohnennutzung in den zurückliegenden Jahren eine bedeutende Erweiterung in Richtung ziviler Anwendungskontexte (Datensammlung, Inspektion, Überwachung etc.) und begründete damit die Entstehung eines neuen und stark wachsenden Industrie- und Dienstleistungszweiges (SESAR JU 2016).

Während der Einsatz von Drohnen etwa im Bereich der Landwirtschaft, der Bau- und Energiewirtschaft oder auch seitens der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben bereits vielfach praktiziert wird (Christen et al. 2018), steht die mögliche Erschließung des unteren Luftraums zu einer neuen Ebene des Güter- und Personentransports noch am Anfang der Entwicklung. Der Transport kleinerer Waren von wenigen Kilogramm Gewicht ist bereits technisch möglich, an zertifizierten Lösungen für den Personentransport in sogenannten Flugtaxi wird derzeit geforscht, nicht zuletzt unter starker Mitwirkung deutscher Technologieunternehmen (Baur et al. 2020).

Angesichts der rasant voranschreitenden Technikentwicklung im Bereich des unbemannten Fliegens und daraus erwachsender Möglichkeiten stellt sich aus Sicht der Technikfolgenabschätzung als auch aus Sicht der sozialwissenschaftlichen Mobilitätsforschung die Frage nach den gesellschaftlichen Auswirkungen eines Technologieeinsatzes. Transportdrohnen werden aufgrund ihrer physischen Präsenz und hochmobilen Charakteristik eine vergleichsweise höhere Eingriffs- und Veränderungstiefe als andere neue Technologieangebote aufweisen. Zugleich stellt sich die Frage, welche Entwicklungskorridore des Technologieeinsatzes derzeit aus Sicht unterschiedlicher gesellschaftlicher Akteursgruppen im Spektrum von Wirtschaft, Politik und Forschung angestrebt und prognostiziert werden (Nentwich & Horváth 2018).

Vor diesem Hintergrund zielt der vorliegende Bericht¹ auf die Erkundung und Analyse akteursspezifischer Sichtweisen zum Gegenstand einer möglichen Erschließung des unteren Luftraums für Transportzwecke. Die Datengrundlage bilden Aussagen von 10 leitfadengestützten Expert*inneninterviews, die im Herbst 2019 persönlich sowie telefonisch durchgeführt wurden. Das Erkenntnisinteresse des Berichts liegt dabei dezidiert auf den geäußerten Zukunftsvorstellungen, die strukturiert nach Themenfeldern wiedergegeben, vergleichend gegenübergestellt und hinsichtlich möglicher zukünftiger Konfliktlinien

¹ Dieser Bericht bildet einen Teil des Arbeitsprogramms des BMBF-geförderten Forschungsprojekts „The Sky is the Limit“ (Sky Limits) (www.skylimits.info), das sich mit den Chancen und Risiken einer zukünftigen Nutzung des städtischen Luftraums durch Drohnen, speziell mit deren Einsatzzweck als Transportmittel für den Güter- und Personenverkehr, beschäftigt. Ziel des von der TU Berlin und *Wissenschaft im Dialog* durchgeführten, explorativen Projekts ist es, die Positionen und Interessen verschiedener Akteure aus Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und aus der Öffentlichkeit gegenüber einer möglichen Erschließung des Luftraums zur dritten Verkehrsebene zu identifizieren und diese in einem ergebnisoffenen Austausch einzubinden. Durch das Projekt soll die Grundlage für eine öffentliche Auseinandersetzung über eine mögliche Drohnennutzung geschaffen und auf Basis der Ergebnisse konkrete Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Planung entwickelt werden.

interpretiert werden. Zudem liegt das Erkenntnisinteresse auf einem möglichen Drohneinsatz im städtischen Raum, wobei an geeigneter Stelle zum Zweck der relationalen Einordnung auch der ländliche Raum betrachtet wird.

Der vorliegende Bericht ist wie folgt aufgebaut: Nach Darstellung der methodischen Vorgehensweise und der Auswahl der Interviewpartner werden die Auswertungsergebnisse – differenziert nach Anwendungskontexten Logistik und Personenverkehr – vorgestellt und in einer Zusammenfassung hinsichtlich identifizierter Gemeinsamkeiten, Unterschiede und sich daraus abzeichnender zukünftiger Konfliktpotentiale diskutiert.

2. Methode

2.1 Expert*inneninterviews

Interviews sind eine Form qualitativer Datenerhebungen. Sie werden angewandt, um einen klar definierten Gegenstand zu untersuchen. Im vorliegenden Fall bezieht sich dieser auf die Luftraumerschließung für den städtischen Liefer- und Personenverkehr durch Drohnen mit einem Schwerpunkt auf Deutschland. Für die Untersuchung steht nicht das biographische Narrativ der befragten Personen im Fokus, als vielmehr deren Repräsentanzfunktion gegenüber einer bestimmten Stakeholdergruppe im Untersuchungskontext. Die Interviews zielen auf das Wissen der Befragten ab, die als Expert*innen für die jeweiligen Stakeholdergruppen fungieren. Sie spiegeln jeweils *eine* Position des jeweiligen Akteursfeldes wieder, sind jedoch selbstredend nicht als repräsentativ für dasselbe zu betrachten. Für die Durchführung einer solchen Erhebung empfehlen sich leitfadengestützte Expert*inneninterviews mit offen formulierten Fragestellungen. Dies gewährleistet einerseits eine höhere Vergleichbarkeit der Expert*innenaussagen und unterstützt eine Strukturierung der späteren Datenauswertung (Mayer 2013).

Auswahl der Expert*innen

Als Expert*in kann bezeichnet werden, wer „auf einem begrenzten Gebiet über ein klares und abrufbares Wissen verfügt“, „wer in irgendeiner Weise Verantwortung trägt für den Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle einer Problemlösung oder wer über einen privilegierten Zugang zu Informationen über Personengruppen oder Entscheidungsprozesse verfügt“ (Meuser u. Nagel 1991, S. 443). Die Auswahl der Interviewpartner erfolgte unter Berücksichtigung dieser Definition und in Hinblick auf die Relevanz des jeweiligen Expert*innenwissens für den Untersuchungsgegenstand.

Eine Vorabauswahl erfolgte zum einen entlang typischer Akteursgruppen in Innovationsprozessen, d.h. Expert*innen aus der Technikentwicklung, Wissenschaft, Politik sowie frühen Anwendern. Zum anderen berücksichtigt die Auswahl fachspezifische Kompetenz in den Themenbereichen technischer Entwicklung (Logistik & Personentransport), gesellschaftlicher Akzeptanz, Stadtplanung & Infrastruktur sowie Umwelt & Nachhaltigkeit. Weiterhin relevant für die Expert*innenauswahl war die projektspezifische Zielstellung, im Sinne einer explorativen Technikfolgenabschätzung ein möglichst breites Meinungsspektrum abzubilden, das zum einen tendenziell „drohnenfreundliche“ Positionen, genauso aber auch „drohnenkritische“ Positionen adressiert.

Samplestruktur

Interviewpartner	Zentrale Charakteristika	Kennung
Europäische Behörde (EASA) - anonymisiert -	- Erhält mit Inkrafttreten der EU-Verordnung 2018/1139 im Juli 2018 erweiterte Verantwortung zur Erarbeitung gemeinsamer Vorschriften für die Zivilluftfahrt (insbesondere unbemannte Luftfahrzeuge) ²	#1
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) - anonymisiert -	- Betrachtet Drohnen als eines von vielen Innovationsthemen für die Mobilität der Zukunft ³ - Leistet Dienst- und Fachaufsicht über das Luftfahrt-Bundesamt (LBA)	#2
Forschungsinstitut (IZT gGmbH) Prof. Dr. Stephan Rammler	- Forschungseinrichtung für Zukunftsforschung und Technologiebewertung ⁴	#3
Forschungsinstitut (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH) Dr. Jürgen Gies	- Größtes, unabhängiges kommunalwissenschaftliches Institut in Deutschland - Untersucht kommunalpolitische Fragestellungen und Forschungsthemen und erarbeitet Empfehlungen und Grundlagen für die Arbeit der kommunalen Verwaltungen und Kommunalpolitik ⁵	#4
Agentur für Stadtplanung (The Urban Idea) Konrad Otto-Zimmermann	- Agentur für zukunftsorientierte Stadtentwicklung und nachhaltiger Mobilität - Unter Leitung des ehem. Generalsekretärs des Weltverbandes „ICLEI - Local Governments for Sustainability“ ⁶	#5
Interessenverband (CURPAS e.V.) Dr. Christina Eisenberg	- Verband zur Förderung der zivilen Nutzung, Entwicklung und Erforschung von unbemannten (vor allem Flug-) Systemen - Mitglieder aus Anwendern, Herstellern und wissenschaftlichen Einrichtungen ⁷	#6
Hersteller Logistikdrohnen (Microdrones) Sven Jürß	- Deutscher Pionier der zivilen Drohnenentwicklung im Anwendungsbereich des Gütertransports, gegründet 2005 - seit 2013 Kooperationspartner mit DHL ⁸	#7
Dienstleister Logistik - anonymisiert -	- Early Adopter/ Anwendung von Drohnen für Logistikservices im Testbetrieb	#8

² http://www.europarl.europa.eu/factsheets/de/sheet/134/luftverkehr-sicherheit#_ftn8.

³ <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/aktionsplan-fuer-drohnen-und-flugtaxi.html>.

⁴ <https://www.izt.de/institut/>.

⁵ <https://difu.de/institut>.

⁶ <https://www.theurbanidea.com>.

⁷ <https://www.curpas.de/de/curpas-e-v/verein.html>.

⁸ <https://www.microdrones.com/en/content/microdrones-parcelcopter-enters-regular-service-for-dhl/>.

Hersteller/ Dienstleister Personentransport (FACC AG) Andreas Perotti	- Luftfahrtzulieferer, Geschäftsbereich umfasst Weiterentwicklung und Produktion eines unbemannten Fluggerätes zum Personentransport in Kooperation mit EHang ⁹	#9
Forschungsinstitut (Bauhaus Luftfahrt e.V.) Dr. Kay Plötner	- (Luftfahrt-)Industrienahes Institut mit dem Ziel interdisziplinärer Luftfahrtforschung ¹⁰	#10

2.2 Leitfaden und Durchführung

Den Hintergrund der hiesigen Durchführung von Interviews bildete das Projekt *Sky Limits*, dessen Forschungsziel darin besteht, fundierte Erkenntnisse und Hypothesen zu Technikfolgen einer urbanen Luftraumnutzung zu entwickeln und daraus Handlungsempfehlungen einer sozial, ökologisch und ökonomisch austarierten Luftraumerschließung abzuleiten. Als ein zentrales Element der Technikfolgenabschätzung gilt dabei das Herausarbeiten, welche Technikfolgen erwartet bzw. welche Zukunftsszenarien von unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteuren als realistisch bzw. wünschenswert angenommen werden. Dadurch können mögliche Entwicklungspfade und Spannungslinien zwischen verschiedenen aktEURsspezifischen Zukunftsperspektiven ausfindig gemacht und frühzeitig auf mögliche Zielkonflikte hingewiesen werden.

Im Sinne einer Kontextualisierung solcher Zukunftsperspektiven, aber auch zum Ziel der Qualifizierung weiterer Zwischenziele im Projekt *Sky Limits* (Statusanalyse, Stakeholder- und Netzwerkanalyse), wurde das Erkenntnisinteresse hinsichtlich der Expert*inneninterviews auf insgesamt fünf Fragebausteine ausgeweitet:

- *Möglicher Nutzen* von Drohnen im Einsatz für den Personen- und Gütertransport bzw. durch eventuelle spill-over Effekte der Technologie auf andere Bereiche.
- *Umsetzungsprobleme und Risiken* hinsichtlich der Drohnentechnologie im konkreten Anwendungsbezug für Transportzwecke
- *Zukunftsszenarien*, über die angenommene bzw. gewünschte Entwicklung von Drohnen im Transportwesen
- *Schlüsselfaktoren*, welche die zukünftige Entwicklung von Drohnen im Transportsektor am stärksten beeinflussen werden
- *Akteurs- und Stakeholderkonstellationen* mit besonderem Fokus auf Interessenkonflikte zwischen den Akteuren

Auf Grundlage des projektspezifischen Erkenntnisinteresses wurde durch das *Sky Limits*-Projektteam ein initialer Interviewleitfaden ausgearbeitet. Im Anschluss wurde ein teaminterner Vortest durchgeführt und evaluiert. Der aus diesem Prozess entstandene Leitfaden ist dem Bericht beigelegt (Annex 1).

Trotz der insgesamt fünf inhaltlichen Schwerpunkte des Leitfadens fokussiert sich der vorliegende Bericht gleichwohl allein auf die Darstellung und Auswertung des Befragungsbausteins „Zukunftsszenarien“ und erörtert die zukunftsbezogenen Perspektiven und Prognosen einer urbanen Luftraumnutzung für Transportzwecke.

⁹ <https://www.facc.com>.

¹⁰ <https://www.bauhaus-luftfahrt.net/de/ueber-uns/organisation/mitglieder/>.

Durchführung

Es wurden 10 Expert*inneninterviews im Zeitraum von September bis November 2019 durchgeführt. Drei Interviews wurden im persönlichen Gespräch umgesetzt, alle weiteren telefonisch bzw. digital. Um den Interviewten die Möglichkeit zu geben, sich inhaltlich besser auf die Fragen vorzubereiten, wurde auf Wunsch ein Vorab-Leitfaden zugesandt. Jeweils zu Beginn eines Expert*inneninterviews wurde durch den Interviewer eine kurze Kontextualisierung der Datenerhebung im Forschungskontext vorgenommen und das Erkenntnisinteresse verdeutlicht.

2.3 Auswertung und Analyse der Expert*inneninterviews

Daten und Transkription

Alle Expert*inneninterviews wurden aufgezeichnet und vom Projektteam im Wortlaut transkribiert. Da keine semantische oder diskursanalytische Auswertung verfolgt wurde, sondern der Auswertungsfokus auf der explorativen Gegenüberstellung drohnenbezogener Zukunftsvorstellungen lag, wurden „*Pausen, Stimmlagen sowie sonstige parasprachlichen Elemente*“ (Mayer 2013, S. 47) nicht transkribiert. Eine Anonymisierung der Expert*innen in den Transkripten wurde auf Wunsch vorgenommen und von insgesamt drei Interviewpartner*innen in Anspruch genommen.

Auswertungsmethode

Die Interviews wurden mit Hilfe der qualitativen Analysesoftware Atlas.ti ausgewertet. Die strukturierte Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode erfolgte in Anlehnung an Meusel und Nagel (1991). Gewählt wurde das Verfahren, weil eine theoretische Verknüpfung der verschiedenen Interviews erst stattfindet, nachdem die Interviews im Einzelnen mittels strukturierter Analyse thematisch und inhaltlich erschlossen wurden. Dieses Alleinstellen einzelner Interviews wird der diversen Expertenauswahl gerecht und ermöglicht, fachspezifische Zusammenhänge besser zu explorieren (Mayer 2013, S. 51). Relevante Gesprächsinhalte der einzelnen Interviews werden zunächst markiert und über die Kommentarfunktion in Atlas.ti paraphrasiert. Über die Kode-Funktion werden den markierten Textstellen anschließend Codes, i.d.S. Themenüberschriften zugeordnet. Die Inhalte gleicher Codes werden gebündelt und von möglichen Redundanzen bereinigt. Durch die erzielte Nähe der Interviewaussagen zu den Frageitems des Interviewleitfadens entsprechen der überwiegende Anteil an gegebenen Codes dem vorher festgelegten Erkenntnisinteresse. Neue Inhalte bzw. Themenaspekte in den Interviews wurden neu erstellten Codes zugeordnet. In einem nächsten Schritt werden die Themen über die Interviews hinweg verglichen (Kapitel 3). Die im thematischen Vergleich stattfindende Verdichtung des Materials und die Ablösung vom einzelnen Interview erfordern eine ständige Überprüfung auf „*Triftigkeit, auf Vollständigkeit und Validität*“ der Resultate gegenüber den Passagen im Interviewmaterial (Meuser u. Nagel 1991, S. 461). Abschließend werden die Aussagen konzeptualisiert. Wo notwendig, erfolgte eine Ablösung von der Terminologie der Interviewpartner im Sinne eines einheitlichen Duktus.

3. Auswertung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Interviews vorgestellt, wobei, wie eingangs vermerkt, das Erkenntnisinteresse dezidiert auf der vergleichenden Darstellung der von den Expert*innen geäußerten *Zukunftserwartungen, Prognosen* und *Szenarien* eines möglichen Drohneneinsatzes für Transportzwecke liegt. Im Sinne einer besseren Strukturierung der getroffenen Aussagen werden sie hinsichtlich ihres Anwendungsbezugs (anwendungsübergreifend, Logistik, Personenverkehr) unterschieden und daran angeschlossen entlang thematischer Unterpunkte (Einsatzort und -zwecke, Regulierung, Verkehrs- und Umweltauswirkungen etc.) ausgewertet.

3.1 Anwendungsübergreifende Prognosen und Zukunftsszenarien zur Luftraumerschließung

Die mögliche Erschließung des städtischen Luftraums zu einer neuen Verkehrsebene wird seitens der befragten Expert*innen als bedeutende Entwicklung eingestuft, die mitunter die Qualität einen „historischen Einschnitts“ in der Geschichte der Stadt einnehmen könnte (#5). Folgt man den Einschätzungen der befragten Expert*innen wird die Luftraumerschließung in naher Zukunft zunächst von einem vermehrten Drohneneinsatz zum Zweck der Datensammlung (Vermessung, Verkehrsüberwachung etc.) geprägt sein (#6). Erst zeitlich nachgelagert wird dann der Transport von Waren und daraufhin auch der Transport von Personen eine wachsende Bedeutung erfahren (#2; #6). Ermöglicht werden sollen diese Einsatzzwecke durch den Aufbau einer digitalen Verkehrsinfrastruktur für den unteren Luftraum. Dazu wird in Zukunft der Aufbau eines europäischen *U-Space Airspace* erwartet, der als zentrales Managementsystem den Betrieb sowohl kleiner Drohnen für Paket- und Konsumgüterlieferungen als auch den Betrieb größerer Drohnen, beispielsweise für die Beförderung von Personen, in einem Luftverkehrssystem integrieren soll. Eine offene Zukunftsfrage ist dabei jedoch die konkrete Ausgestaltung des Luftverkehrs im Rahmen des *U-Space Airspace*. Für die Gewährleistung eines kommerziellen Drohnenluftverkehrs der Zukunft wird bemerkenswerterweise aus Sicht des befragten Lieferdrohnen-Herstellers eine Festlegung von „Drohnenkorridors und Drohnenhighways“ im Rahmen gängiger Raumplanungsverfahren als normatives Ziel angesehen (#7). Demgegenüber stellt der befragte Akteur der Europäische Luftfahrtagentur EASA in Aussicht, dass der vorhandene Luftraum zukünftig weitgehend vollständig und flexibel genutzt werden könnte und nur durch lokale oder temporale Restriktionen definiert werden müsste (#1).

An der Einführung eines verkehrspolitischen Leitbilds für die Beplanung dieser neuen Verkehrsebene wird aus Sicht des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung stark gezweifelt (#3). Vielmehr wird vermutet, dass der Einsatz von Transportdrohnen der Logik eines technologiebasiert und ökonomisch-kapitalistisch getriebenen Entwicklungstrajekts folgen wird, nicht jedoch auf einem politisch gerahmten Szenario einer bürger- und zivilgesellschaftlich orientierten Rahmen- und Zielsetzung basiert (#3). Als wahrscheinlich wird aus dieser leitbildorientierten Zukunftsperspektive damit das Eintreten eines *laissez-faire*-Szenarios gehalten (#3), in dessen Folge die Integration von Drohnen in den Luftraum überall dort erfolgen wird, wo es sich rechnet (#6). Entsprechend dieses Szenarios, das für den deutschen Kontext im Bereich der Luftfahrtinnovationen eher von einer Verstärkung bisheriger verkehrspolitischer Ausrichtungen als von einer konzeptionellen Neuausrichtung

ausgeht, wird die Nutzung des urbanen Luftraums als Problemlösungsstrategie für wachsende Transportengpässe am Boden an Attraktivität gewinnen. Aus Sicht des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung wird daher prognostiziert, dass der Drohneneinsatz unter unveränderten Leitbildbedingungen nicht im Einklang eines auf Nachhaltigkeit bedachten Zukunftshandelns steht, sondern auch zu einer Verschlechterung der Mobilitätsgerechtigkeit beitragen wird, weil die Technologie vorwiegend einen Nutzen für gesellschaftliche Eliten schafft (#3). Aufgrund eines sich formierenden gesellschaftlichen Widerstandes gegen eine „Elitentechologie“ würden dann die gesamtgesellschaftlichen Potentiale der Technologie anwendungsübergreifend nicht ausgeschöpft werden können.

3.2 Logistik

Die seitens der Expert*innen geäußerten Zukunftsprognosen zum Einsatz von Drohnen für logistische Anwendungen zeigten ein sehr breites Spektrum. Während Lieferdrohnen aus Sicht der ministerialen und stadtplanerischen Akteure keine übergeordnete (#2) bzw. gar keine Rolle im (inner)städtischen Paket- und Lieferservice (#5) attestiert und ihnen aus Sicht des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung keine tragende Rolle eines Massentransportmittels zugeschrieben wird (#3), erscheint es dagegen aus Sicht des Akteurs der Logistikwirtschaft prinzipiell möglich, die dritte Verkehrsebene für Zustellungen nutzbar zu machen (#8).

Gleichwohl gilt es aus Sicht des befragten Akteurs der Logistikwirtschaft als unrealistisch, dass der untere Luftraum für die massenhafte Realisierung von Einzellieferungen genutzt wird, weil Zustellungen im Millionenbereich absolviert werden müssten und eine dafür benötigte Drohnenflotte „den Himmel über unseren Städten sicherlich verdunkeln“ würde (#8). Zudem sei der massenhafte Drohneneinsatz für Einzelzustellungen bei den derzeitigen Kosten des Drohneneinsatzes unwirtschaftlich (#8). Aufgrund jener betriebswirtschaftlichen Schwierigkeiten sei jeder einzelne Drohneneinsatz letztlich als wirtschaftliche Einzelfallentscheidung zu betrachten (#8).

Einsatzzwecke und -orte

Als realistisches Einstiegsszenario in die Drohnenlieferlogistik gilt aus Sicht des befragten Akteurs der Logistikwirtschaft der Drohneneinsatz für Expressdienstleistungen, die bereits eine etablierte Nachfrage und einen etablierten Service vorweisen können (#8). In Übereinstimmung dazu hält es auch der Vertreter des Bundesministeriums am zweckmäßigsten, wenn Lieferdrohnen für den Transport besonders zeitkritischer Waren eingesetzt werden und dabei zunächst zwischen festen Punkten verkehren (#2). Anwendungsfälle, welche diese notwendigen Bedingungen erfüllen, werden dabei vor allem im humanitären bzw. medizinischen Bereich gesehen. Erste ernstzunehmende Anwendungen seien in diesem Bereich bis 2024 zu erwarten (#2). Dabei würde aus Sicht des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung durch eine generelle Fokussierung auf kritische Anwendungskontexte nicht nur eine Substitution bislang teurer Hubschrauberflüge erreicht werden, sondern auch die Drohnentechnologie im Rahmen einer dezidiert bürger- und zivilgesellschaftlich orientierten Rahmen- und Zielsetzung nutzbar gemacht werden (#3).

Seitens des befragten Ministerialvertreters besteht zudem die Hoffnung, dass ein entsprechender Technologieeinsatz auch die öffentliche Akzeptanz gegenüber Drohneneinsätzen insgesamt steigern wird und medizinische Drohnenlieferungen so als Wegbereiter für andere Anwendungen dienen werden, zum Beispiel für den Einsatz von Paketdrohnen (#2). Fraglich ist allerdings, ob ein solcher Einsatz in absehbarer Zeit Realität wird, denn die vielfach geäußerte notwendige Bedingung eines zeitsensiblen Transports (bspw. für Medikamente, Blutproben, Plasma, Defibrillatoren) würde letztlich Drohnen Transporte für Konsumartikel ausschließen (#6). Auch sei nach Ansicht der befragten Interessenverbandsakteurin der baldige Einsatz von „fliegenden Paketrobotern“ in einer Stadt wie Berlin nicht nur hinsichtlich einer „Gewünschtheit“, sondern auch in Bezug auf die tatsächliche Nachfrage und die technische Realisierbarkeit solcher Geschäftsmodelle zweifelhaft (#6). Auch nach Ansicht des befragten Vertreters aus dem Stadtplanungsbereich wird es Pizzalieferungen durch Drohnen in einer Stadt wie Berlin aufgrund des hohen Aufwandes voraussichtlich nicht geben (#5; ebenso #6).

Dennoch gilt der städtische Raum als nicht gänzlich ungeeignet für den Einsatz einer Drohnenlogistik, so könnten in der Stadt etwa fest definierte Flüge (bspw. zwischen Zahnarzt und Zahnlabor) in fest definierten Zeitkorridoren absolviert werden (#6). Der Transport von Konsumartikeln wäre aus Sicht des befragten Interessenverbands aber lediglich im ländlichen Raum in Gestalt fest definierter Plätze und fest definierter Flugzeiten denkbar (#6). In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass selbst nach Aussage des Vertreters der Logistikwirtschaft – und damit einem zentralen Akteur in der Debatte über Lieferdrohnen – keine Klarheit über die zukünftig vorrangigen Einsatzzwecke und Einsatzorte von Lieferdrohnen besteht. So ist für den befragten Branchenvertreter ausgenommen von der bereits dargestellten möglichen Nischennutzung für Expressdienstleistungen in räumlicher Hinsicht noch nicht absehbar, ob Lieferdrohnen zuvorderst im ländlichen Raum als Chance zur Verbesserung der Versorgungslage oder im städtischen Raum mit seiner hohen Konsumdichte und seinen geringeren Distanzen zum Einsatz kommen könnten (#8).

Anders verhält es sich aus Perspektive des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung. Für den Einsatz von Lieferdrohnen im Sinne des Gemeinwohls gilt der ländliche Raum als prädestinierter Einsatzort. So sollten nach Ansicht des befragten Experten Lieferdrohnen zukünftig insbesondere in strukturschwachen Räumen sinnvoll und nützlich für Medikamententransporte in Kombination mit telemedizinischen und ferndiagnostischen Diensten eingesetzt werden, um die medizinische Versorgungslage zu verbessern (#3). Auch aus Sicht der Verbandsebene wird ein zukünftiger Einsatz von Lieferdrohnen im ländlichen Raum für besonders sinnvoll erachtet, weil Drohnenlieferungen in dünn besiedelten Regionen reale Bedarfsdeckungen erzielen oder etwa in Katastrophenszenarien wichtige Güter transportieren könnten (#6).

Regulierung und Infrastruktur

Aus Sicht des Vertreters der Logistikwirtschaft bildet die Grundvoraussetzung für einen Einsatz von Lieferdrohnen im Logistikwesen das Vorhandensein einer klaren und „positiven“ (drohnenfreundlichen) Regulation zur Nutzung des Luftraums, die genauso klar geregelt sein müsste wie die Nutzung des Straßenverkehrs (#8). Eine derart rechtlich ermöglichte Luftraumöffnung sowie die Nachfrage nach zeiteffizienten Drohnenlieferungen würden aus Sicht desselben Akteurs schnell dazu führen, dass neue Hardware und neue Services in den Markt kämen (Luftraumsicherung, Überwachung, Koordinierung von Drohnen), technische

Herausforderungen zeitnah gelöst und Anbieter zügig nach Markttöffnung schlüsselfertige Produkte und Dienstleistungen an die Logistikdienstleister verkaufen würden (#8). In Analogie zur Einführung von E-Scootern würde ein weitgehend offener Regulierungsansatz dabei eine kurze Phase des „Wildwuchses“ von Anwendungen ermöglichen, bevor ungewünschte Nutzungsarten beschränkt würden (#8). In einem solchen Ökosystem würden Logistikdrohnen künftig als gleichberechtigter Verkehrsträger in einem Logistiknetzwerke operieren, das smart und automatisch die richtige Transportmittelwahl trifft (#7).

Verkehrliche und -Umweltwirkung

Jenseits der möglichen Substitution von Hubschrauberflügen für Spezialanwendungen im Medizin- und Rettungswesen durch leisere und energieeffizientere Lieferdrohnen (#3) stellt sich für einige Expert*innen die Frage, inwieweit der vermehrte Einsatz von Lieferdrohnen zu einer allgemeinen Verbesserung der Verkehrssituation beitragen könnte. Hierzu äußerte sich der befragte Stadtplanungsakteur eindeutig, dass eine zusätzlich durch Drohnen realisierte Stadtlogistik keine Substitutionseffekte erzielen, sondern vielmehr den Gesamtverkehr nochmals erhöhen wird (#5). Auch aus Sicht des Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung wird prognostiziert, dass der Drohneneinsatz unter Beibehaltung des aktuellen verkehrspolitischen Leitbilds nicht zu Entlastungseffekten, sondern vielmehr zu Reboundeffekten, Wachstumseffekten und damit zu weiteren Verkehrssteigerungen führen wird (#3). Während demnach die verkehrsentlastende Wirkung nach Ansicht der befragten Akteure aus Planung und Forschung bezweifelt wird, gilt zudem die ökologische Wirkung von rein elektrisch betriebenen Lieferdrohnen selbst aus Sicht des befragten Akteurs der Logistikwirtschaft als fragwürdig. So äußerte dieser die Prognose, dass der mögliche Umweltvorteil von Lieferdrohnen angesichts einer sich innerhalb der kommenden zehn Jahre wahrscheinlich vollständig elektrifizierten Lieferfahrzeugflotte wegfallen würde (#8).

3.3 Personentransport

Urban Air Mobility (UAM), das heißt der automatisierte oder autonome Transport von Menschen im städtischen Luftraum, braucht nach Aussagen der Industrie vor allem ein Vertrauen der Nutzer*innen in die angebotenen Services. Dies wird zukünftig vor allem durch ein Verständnis der Öffentlichkeit über das Funktionsprinzip der Technologie erreicht (#9). Zum anderen braucht es eine ermöglichende Regulierung. Mit dieser wird laut dem befragten Hersteller-Vertreter frühestens ab 2025 gerechnet, wobei eine vollständige Implementierung der Rechtsnormen und Betriebsstandards in Europa sukzessiv bis 2030 erfolgen wird (#9). Im Rahmen dieser dynamischen Entwicklung wird aktuell prognostiziert, dass UAM zunächst noch pilotengestützt umgesetzt werden wird, da ein unbemanntes Fliegen mit Passagieren technisch, rechtlich und auch unter Aspekten der Nutzerakzeptanz „noch ein weiter Weg“ ist (#4). Es wird jedoch als vorausgesetzt angesehen, dass UAM im Rahmen der gesetzlichen Auflagen und Standards betriebssicher sein wird (#2; #10).

Wirtschaftlichkeit

Eine wirtschaftliche Perspektive von UAM wird von keinem*keiner der Expert*innen bezweifelt, die sich zu dieser Thematik äußerten. Letztendlich müssen die mit elektrischer Energie fliegenden Passagierdrohnen als technologische Weiterentwicklung einer bereits seit Jahrzehnten etablierten Helikopterproduktions- und Serviceindustrie angesehen werden. UAM wird vor diesem Hintergrund als keine gänzlich neue Mobilitätsform betrachtet (#10),

sondern vielmehr als Weiterführung eines bestehenden Nischenprodukts. Zukunftsunsicherheit besteht aus Sicht der Expert*innen jedoch bezüglich der Frage, ob und wo mittels UAM neue Geschäftsbereiche entwickelt werden. Ausgegangen wird zunächst von einer Markterschließung in weniger invasiven aber sehr lukrativen Einsatzfeldern, wie beispielsweise dem Transport von Geschäftsleuten zwischen privaten Betriebsgeländen und Flughäfen (#5). Global betrachtet wird jedoch prognostiziert, dass sich über die kommenden Jahre noch weitere Geschäftsmodelle herausbilden und laut der geäußerten Hoffnung des Hersteller-Vertreters zum Aufbau einer „Multimilliardenindustrie“ beitragen werden (#9). Diese Industrie würde nach Aussage desselben Akteurs groß genug sein, um zahlreiche UAM-Marken und Betriebskonzepte nebeneinander im Wettbewerb stehen zu lassen (#9).

Dabei spielt im Zusammenhang weiterer wirtschaftlicher Potentiale von UAM auch die Frage eine Rolle, ob in Zukunft ein Individualverkehr mit Drohnen möglich sein wird. Die sich zu diesem Thema geäußerten Expert*innen vertreten unterschiedliche Meinungen. Aus Sicht des befragten Vertreters der Luftfahrtforschung besteht Klarheit, dass die Nutzung eines eigenen Fluggerätes nicht möglich sein wird (#10). Demgegenüber herrscht aus Sicht des befragten Hersteller-Vertreters die Überzeugung vor, dass auch ein individueller Luftverkehr Realität werden wird (#9). Zwar sei diese Vorstellung rechtlich betrachtet noch Science Fiction, doch würden die technischen Möglichkeiten dieses Zukunftsszenario durchaus zulassen (#9).

Räumliche Verbreitung von UAM

Für den europäischen Raum wird seitens der Industrie in den nächsten 10 Jahren von einer flächendeckenden UAM-Implementierung ausgegangen (#9). Aus Sicht der Forschung sind mögliche Anwendungsszenarien des elektrischen Fliegens in Europa die Anbindung des ländlichen Raums an Metropolregionen (#10) sowie die Verbindung schwer erreichbarer Orte, beispielsweise von Inseln im Mittelmeerraum (#10). In diesem Zusammenhang besteht das aus Sicht des Vertreters der Luftfahrtforschung geäußerte Wunschscenario, dass bis 2035 eine Vielzahl von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten initiiert worden sind, durch die sich Europa zur führenden Region im autonomen Fliegen und autonomen Luftraummanagement entwickelt hat (#10). Entgegen dieses Wunschscenarios wird für das realistische Szenario allerdings davon ausgegangen, dass nicht Europa sondern China die Vorreiterrolle in Bezug auf UAM bekleiden wird. So wird erwartet, dass die Volksrepublik als erste Nation den rechtlichen Regelbetrieb und damit die großflächige Einführung von UAM ermöglichen wird (#9). Neben dem asiatischen Raum wird laut weiterer Expert*innen UAM vor allem auch in Nordamerika, Südamerika und im Mittleren Osten eine großflächige Verbreitung finden (#10) und in Ballungszentren schnelle Transporte ermöglichen (#6).

Mit Blick auf Deutschland sind die Meinungen der Expert*innen gespalten. Nach Ansicht des befragten Interessenverbandes wird zukünftig kein relevanter „Business Case“ für Flugtaxis in Deutschland erwartet (#6). Insbesondere im innerstädtischen Umfeld spielt hierbei die große Konkurrenz zu anderen Mobilitätsdienstleistern und insbesondere zum ÖPNV eine Rolle (#6). Seitens des befragten Stadtplanungsakteurs wird zudem prognostiziert, dass es Drohnenflüge für den Personentransport aus und in den Innenstadtbereich nicht geben wird, da der begrenzte Stadtraum für die zusätzliche Einrichtung von Landeplätze zu wertvoll ist und es zu Lärmproblemen kommt (#5). Aus Sicht des befragten Hersteller-Vertreters sowie des befragten Ministerialvertreters des BMVI wird allerdings auch hierzulande ein kommerziell erfolgreicher Betrieb von UAM prognostiziert (#9), auf den ersten Strecken bereits ab 2025 (#2).

Verkehrliche Wirkungen

Bezüglich der verkehrlichen Wirkung von UAM besteht unter den Expert*innen weitgehende Einigkeit. Innerhalb der übergeordneten Erwartung eines weltweit und auch in Europa weiter ansteigenden Verkehrsaufkommens (#3), wird durch UAM kein für die breite Bevölkerung spürbarer Effekt einer Verbesserung der Verkehrssituation erwartet. So konstatiert etwa der Vertreter der verkehrlichen Zukunftsforschung in aller Deutlichkeit: „Es wird kein Massentransportmittel sein“ (#3). Begründet wird dies durch die begrenzten Kapazitäten der Fluggeräte und der nur begrenzten Anzahl möglicher Landeplätze im städtischen Bereich (#2; #10), durch die ebenfalls endlichen Kapazitäten an Verkehr im Luftraum (#2; #5) sowie durch den voraussichtlichen hohen Preis für UAM-Transportdienstleistungen (#4). Aus Sicht des Vertreters des Bundesministeriums wird allerdings betont, dass UAM vor allem punktuell zu einer Verkehrsentlastung zwischen stark frequentierten Verkehrsknoten beitragen wird, beispielsweise zwischen Flughäfen und Bahnhöfen (#2).

Dass UAM negative Auswirkungen, beispielsweise Nachfrageeinbußen, auf den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in Deutschland haben könnte, wird bezweifelt (#2). Begründet wird dies wiederum mit den zu geringen Transportkapazitäten von Flugtaxi (#6). Grundsätzlich wird auch bezweifelt, dass UAM ein Bestandteil des öffentlichen Personenverkehrs wird, insbesondere wegen den zum Nutzen unverhältnismäßig hohen Betriebskosten sowie den rechtlichen Anforderungen, die an den ÖPNV gestellt werden (#4). Vielmehr wird angenommen, dass UAM als privatwirtschaftliches Angebot im Rahmen des Personenbeförderungsgesetzes behandelt wird (#4) und abhängig vom Preis für den Kunden in Konkurrenz mit Transportdienstleistungen wie UBER und Taxi stehen wird (#2).

4. Vergleichende Zusammenfassung

Die hier dargestellten Ansichten und Zukunftsvorstellungen stammen von 10 Expert*innen, die entweder eine Mitverantwortung für die Ausgestaltung und Einführung von Transportdrohnen tragen oder aber über spezifische Informationen zu den sozio-technischen Auswirkungen der Technologie verfügen. Im Hinblick auf die verschiedenen institutionellen und fachlichen Hintergründe sowie auf die normativen Positionen der Befragten konnten konkurrierende Ansichten als auch Schnittmengen bezüglich der Zukunft von und mit Transportdrohnen sichtbar gemacht werden. Bezüglich der **Schnittmengen** ist zunächst als zentraler Befund festzustellen, dass **keiner der befragten Expert*innen grundsätzlich daran zweifelt, dass Drohnen zukünftig als Verkehrsträger in Deutschland, Europa und der Welt genutzt werden**. Wenngleich die Ansichten über Ausprägungen und gesellschaftspolitische Rahmungen einer zukünftigen Drohnennutzung für Transportzwecke deutlich divergieren – etwa am stärksten vermittelt im Vergleich der Äußerungen des Stadtforschungsakteurs gegenüber jenen des Hersteller-Vertreters – scheint die Technologienutzung für keinen der Expert*innen a priori ausgeschlossen zu sein. Somit repräsentieren Drohnen offenbar nicht allein exklusiv aus Sicht des befragten Akteurs der Luftfahrtforschung eine revolutionäre Technologie, „die sicherlich auf einer Skala (...) mit der Erfindung des Automobils vor rund 100 Jahren [steht]“ (#10), sondern Drohnen werden auch aus Sicht fachlich entfernterer, neutraler oder gar kritischer Positionen als ein im Grundsatz chancenreiches Technologieangebot wahrgenommen.

Innerhalb dieser Grundhaltung bestehen jedoch unterschiedliche Prognosen hinsichtlich der erwarteten Ausgestaltung und der politisch-regulatorischen Rahmung des jeweiligen Anwendungsfalls im Güter- bzw. Personentransport. So gehen die Zukunftsvorstellungen etwa allein im Rahmen der Frage der Regulierung weit auseinander. Während der befragte Hersteller-Vertreter eine ermöglichende Regulierung wünscht, die eine möglichst freie wirtschaftliche Verwertung der Technologie zulässt, ist der Mehrwert der Technologie aus Sicht des befragten Vertreters der verkehrlichen Zukunftsforschung ganz konkret an eine Neuausrichtung der politisch-regulatorischen Rahmensetzung im Verkehrswesen gekoppelt, die genau jene wirtschaftlichen Verwertungen stark einschränkt bzw. sie primär an konkreten gesellschaftlichen Bedarfen ausrichtet. Jenseits der oberflächlich betrachteten **technologieoffenen Grundhaltung** des befragten Expert*innenkreises ergeben sich somit deutlich zu unterscheidende, akteursspezifische und auch **konkurrierende Zukunftsbilder**.

Weitere Erkenntnisse akteursspezifisch divergierender Zukunftsvorstellungen lassen sich aus der vergleichenden Gegenüberstellung der geäußerten Vorstellungen zu den beiden Einsatzszenarien Logistik und Personenverkehr ableiten. So ist für den Bereich **Logistik** hervorzuheben, dass der Einsatz von Lieferdrohnen vor allem seitens der Logistikbranche, aber auch seitens der Lobby- und Verbandsebene eher differenziert behandelt wird. Entgegen des 2016 durch Amazon ausgelösten Hypes um die Rolle von Drohnen im Onlineversandhandel reagiert demnach die **Logistikbranche** – in ihrer Rolle als Rückgrat des Versandhandels – offensichtlich **mit einer abwartenden bis skeptischen Haltung**. Die Zukunftsvisionen des eCommerce-Riesen werden, so ließe sich schlussfolgern, seitens der Logistikwirtschaft keineswegs geteilt, sondern hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen und technischen Machbarkeit stark relativiert.

Jenseits der Unterschiede bezüglich der technischen Realisierbarkeit, der Wirtschaftlichkeit sowie der gesellschaftlichen Akzeptanz und Bedarfsdeckung von Lieferdrohnen bestehen unter den befragten Expert*innen die **größten Schnittmengen** in Bezug auf ihren Einsatz für den **Transport zeitkritischer Güter auf Punkt-zu-Punkt-Verbindungen**. Entsprechend rücken damit vor allem Transporte für humanitäre Einsatzzwecke in den Fokus zukünftiger Entwicklungen bzw. werden als wahrscheinlichstes Anwendungsszenario betrachtet.

Im Vergleich zur Lieferlogistik zeigen die geäußerten Perspektiven im Bereich des möglichen Einsatzes von **Flugtaxi** weniger Konsens. Unterschiede bestehen zum einen bezüglich der erwarteten Einsatzorte. Während aus der Sicht des befragten Stadtplanungsakteurs UAM durch Akzeptanzaspekte wie Lärm und Flächennutzungskonflikte für den deutschen Innenstadtbereich ein Tabu bleiben wird, sieht der befragte Vertreter des Bundesministeriums durchaus die Chance, dass zukünftig auch ein innerstädtisches Betriebsszenario realisiert wird. Differenzen bestehen zudem hinsichtlich der Einschätzung regionaler Marktpotentiale. Während vor allem aus Sicht des befragten Interessenverbandes und des Akteurs aus der Luftfahrtforschung die Märkte für Urban Air Mobility außerhalb von Deutschland und eher in den Megacities von Amerika, Asien und dem Nahen Osten gesehen werden, geht die befragte Hersteller-Perspektive davon aus, dass auch hierzulande die ersten kommerziellen Flugrouten ab 2025 in Betrieb genommen werden. Zum anderen besteht Uneinigkeit über die zukünftige industriepolitische Rolle Europas. Während aus Herstellersicht die rechtlichen und technischen Entwicklungen in Staaten wie China als Taktgeber für die hiesige Branche angesehen werden, bestehen insbesondere nach Ansicht des Akteurs aus der Luftfahrtforschung Hoffnungen, dass sich Europa zukünftig zum Vorreiter im Bereich automatisierten und autonomen Fliegens entwickeln wird. Während sich demnach im Bereich

der Logistik angesichts der übereinstimmenden Äußerungen zum Transport zeitkritischer Güter im medizinischen und humanitären Bereich eine gewisse „Zukunftswahrscheinlichkeit“ abzeichnet, ist der **zukünftige Einsatz von Flugtaxis** von weit größerer Varianz und Unschärfe geprägt, bzw. zeichnet sich **derzeit kein wahrscheinliches Zukunftsszenario** in puncto Skalierung und Einsatzort ab.

Schlussfolgern lässt sich, dass die **Unsicherheit im Bereich UAM im Vergleich zur Lieferlogistik insgesamt deutlich größer** ausfällt. Die zum jetzigen Zeitpunkt noch größere Varianz in den Aussagen über kommende Geschäftsmodelle kann möglicherweise durch die weitgehende Übereinstimmung der Befragten erklärt werden, dass eine Realisierung von Personentransporten dem Warentransport zeitlich nachgelagert sein wird und die Entwicklungspfade von UAM eine entsprechend größere Streuung aufweisen. Die Varianz der Aussagen könnte aber auch damit erklärt werden, dass sich mit der allgemeinen Ernüchterung über einen drohnengestützten Onlinelieferhandel und einigen prominenten deutschen Wettbewerbssteilnehmern der Interessenfokus in jüngerer Zeit stark auf den Personentransport verschoben hat. Da hierbei Menschen und keine Güter transportiert werden, polarisiert das Thema des drohnengestützten Personenverkehrs in der (Fach-)öffentlichkeit weit stärker als das Thema der Lieferlogistik und erzeugt ein entsprechendes breiteres Aussagenspektrum.

Ferner lassen sich auf Grundlage der Interviewaussagen **zwei zentrale Konfliktlinien** herausstellen, die zukünftig von besonderer Relevanz für die Frage einer potenziellen Luftraumnutzung für Transportzwecke sein könnten. Zum einen besteht auf wirtschaftlicher und politischer Ebene ein Interesse, die betriebs- und volkswirtschaftlichen Potenziale aus dem Einsatz von Transportdrohnen zu maximieren. Dieses Interesse muss gegenüber der Verantwortung kommunaler Aufgabenträger in Abwägung gesetzt werden, deren Zielstellung die nachhaltige, gemeinwohlorientierte Stadtentwicklung im Interesse der (Stadt-)Bevölkerung einschließt (BMUB 2007). **Eine Nutzung des unteren städtischen Luftraums kann daher nicht bedingungslos vorausgesetzt werden** und erfordert einen gesellschaftlichen und politischen Diskurs über Chancen und Risiken des Technologieangebotes. Dieser Diskurs findet jedoch aktuell noch nicht statt. Sollte sich zukünftig eine Atmosphäre ergeben, in der große Technologieunternehmen und private Mobilitätsanbieter immer stärker auf den Markt drängen, die Kommunen aber keine Mitsprache in der Gestaltung/Nutzung ihres Luftraums erhalten, sind zwischen wirtschaftlichen und bundespolitischen Interessen auf der einen und kommunalen Interessen auf der anderen Seite erhebliche Spannungen zu erwarten.

Zum anderen deutet sich an, dass eine (verkehrs- und wirtschaftspolitisch gewünschte) **Integration unbemannter Luftfahrzeuge in das Verkehrswesen** zu einem **Zielkonflikt mit dem selbsterklärten Paradigma der nachhaltigen Mobilität** führen dürfte, weil die Emissionsbilanz als auch die verkehrliche Wirkung von Transportdrohnen stark umstritten sind. Dem aktuell verfolgten technologie- und wirtschaftsorientierten Leitbild steht aktuell kein Leitbild gegenüber, dass den Einsatz von Transportdrohnen auf gemeinwohlorientierte (das heißt auch: nachhaltige) und gesellschaftliche legitimierte Anwendungsfälle beschränken würde. Zwar kann vor allem im Bereich der Warenlogistik der humanitäre Einsatzzweck als gemeinsame Schnittmenge verstanden werden. Es darf allerdings nicht geleugnet werden, dass auch diese Einführungskorridore seitens der Politik und Wirtschaft als Türöffner für eine sukzessive Ausweitung des Technologieeinsatzes verstanden werden. Eine damit zu vermutende Verkehrssteigerung in der dritten Ebene – generiert über Reboundeffekte oder induzierten Verkehr – dürfte im Widerspruch zu den verkehrsbezogenen Klimaschutzziele stehen.

Die hier vorliegende Analyse der Aussagen des befragten Expert*innenkreises erfolgte nicht mit dem Anspruch, definitive Zustände vorauszusagen oder feste Prognosen zu postulieren, sondern vielmehr mögliche Ausprägungen im weiteren Verlauf des Entwicklungsprozesses aufzuzeigen. Die konkrete Ausgestaltung einer zukünftigen Luftraumnutzung wird insbesondere auch aufgrund der großen Dynamik in den aktuellen technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen im Bereich der unbemannten Luftfahrt eine offene, vor allem aber politische Frage bleiben. Dennoch können die mit diesem Bericht herausgearbeiteten zentralen Schnittmengen und Differenzen die Kontingenz in der aktuellen Entwicklung ein Stück weit einengen und als Grundlage für weitere Diskussionen sowie für weiterführende Forschungs- und Vernetzungsaktivitäten zur Thematik dienen.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, BMUB. (2007): LEIPZIG CHARTA zur nachhaltigen europäischen Stadt. Stand vom 25.05.2007.

Christen, M., Guillaume, M., Jablonowski, M., Lenhart, P., Moll, K., (2018): Zivile Drohnen - Herausforderungen und Perspektiven. TA-SWISS. vdf, Bern.

Baur S., Schickram S., Homulenko A., Martinez N., Dyskin A. (2020): Urban air mobility: The rise of a new mode of transportation. Roland Berger Focus, 2018.

https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/Roland_Berger_Urban_Air_Mobility.pdf.

Kellermann, R., Biehle, T., & Fischer, L. (2020). Drones for parcel and passenger transportation: A literature review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100088. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100088>.

Mayer, H. (2013): Interview und schriftliche Befragung. Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung. 6. Auflage. Oldenbourg Verlag München. S. 37-57.

Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11. Auflage. Beltz Verlag Weinheim.

Meuser, M., & Nagel, U. (1991). ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht: ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In D. Garz, & K. Kraimer (Hrsg.), *Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen* (S. 441-471). Opladen: Westdt. Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-24025>.

Nentwich, M., Horváth, D. M. (2018): Vision Lieferdrohnen. TATuP - Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis, v. 27, n. 2, S. 46-52.

Ryan, M. (2009). Making visible the coding process: Using qualitative data software in a poststructural study. *Issues in Educational Research*, 19:2, S. 142-163.

SESAR JU. (2016). European Drones Outlook Study Unlocking the value for Europe. S. 14 ff. https://www.sesarju.eu/sites/default/files/documents/reports/European_Drones_Outlook_Study_2016.pdf.

Impressum

Das Projekt Sky Limits ist ein Verbund aus:

Technische Universität Berlin

Fachgebiet Arbeitslehre, Technik und Partizipation
Cluster Mobilitätsforschung
Marchstraße 23
10587 Berlin

Wissenschaft im Dialog

Charlottenstraße 80
10117 Berlin

Kontakt:

Verbundkoordination Sky Limits
Robin Kellermann (TU Berlin)
robin.kellermann@tu-berlin.de

Datum: 4. November 2020

Website

www.skylimits.info

Das Projekt *Sky Limits* wird im Rahmen der Innovations- und Technikanalyse (ITA) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Annex I - Interviewleitfaden Expert*inneninterviews

Sky Limits-Experteninterviews

Interviewleitfaden

1. **Persönlicher/ Institutioneller Hintergrund und thematischer Bezug:** *In welchem Bereich/Arbeitsfeld/Branche sind Sie tätig und inwiefern beschäftigen Sie sich in Ihrer Tätigkeit mit dem Thema Drohnen?*
2. **Möglicher Nutzen von Drohnen:** *Worin könnte Ihrer Meinung nach konkret der mögliche Nutzen von Drohnen liegen? Welche Bedarfe könnten damit gedeckt werden?*
3. **Probleme, Risiken:** *Wo sehen Sie Probleme, Risiken oder hinsichtlich der Drohnentechnologie im konkreten Anwendungsbezug für Transportzwecke?*
4. **Blick in die Zukunft:** *Wie stellen Sie sich idealerweise die Zukunft von Drohnen im Transportwesen vor? [Werden Sie dort überhaupt eingesetzt, bzw. in welchen Sektoren und Gebieten würden sie zum Einsatz kommen]*
 - a. Welche Maßnahmen unternehmen Sie, um auf diese diese Zukunft hinzuwirken?
 - b. Welche Entwicklungen erwarten Sie in den kommenden Jahren?
5. **Akteurskonstellationen:** *Welchen Akteuren kommt hier eine Schlüsselrolle zu?*
 - a. Wo sehen Sie schon bestehende Kooperationen, wo bräuchte es noch vermehrte Kooperation?
6. **Schlüsselfaktoren:** *Was glauben Sie sind Faktoren, die die zukünftige Entwicklung von Drohnen im Transportsektor am stärksten beeinflussen werden?*
 - a. Was sind Faktoren, die eher fördern, dass Drohnen flächendeckend eingesetzt werden?
 - b. Was sind Faktoren, die verhindern könnten, dass Drohnen flächendeckend eingesetzt werden?
7. **Ende:** *Möglichkeit für Anmerkungen, die im Interview bisher noch nicht abgedeckt wurden.*