

## **Nachhaltigkeitsdimensionen urbaner Luftmobilität**

**Konferenz des Verbundprojekts ‚innovative Luftgestützte Urbane Mobilität‘**

**Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg, 27.04.2023**

### **Regulationserfordernisse für den nachhaltigen Betrieb von unbemannten Luftfahrzeugen**

Dr. Hinnerk Eißfeldt

DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Flugführung FL-SEG

In den vergangenen Jahren sind weltweit vielfältige Entwicklungen im Bereich der unbemannten Luftmobilität zu verzeichnen gewesen. Neben der Entwicklung verschiedener unbemannter Luftfahrzeuge selbst und deren angestrebter Zertifizierung durch die Aufsichtsbehörden haben internationale Bestrebungen zur Einrichtung von U-Spaces und die Entwicklung von operativen Betriebskonzepten auch auf nationaler Ebene besondere Bedeutung. Verschiedene Erprobungen zu Forschungszwecken, sogenannte ‚Reallabore‘ oder ‚sandboxes‘, haben zudem erste Erkenntnisse für den praktischen Betrieb von UAS im urbanen Umfeld erbracht. Die an den Versuchen beteiligten Städte und Regionen fordern in ihrem ‚Amsterdamer Manifesto‘ klare Entscheidungsbefugnisse bei der Genehmigung und Gestaltung von urbaner Luftmobilität auf ihrem Gebiet (UIC2 2020), auch um eine nachhaltige Ausgestaltung zu erreichen (UIC2 2021).

Neben der allgemein vorherrschenden Forderung nach Klimaneutralität sind verschiedene Dimensionen der Nachhaltigkeit von Verkehrstransportsystemen definiert (vgl. Dobranskyte-Niskota et al. (2009)). Dazu gehört die soziale Nachhaltigkeit mit den Themen Verfügbarkeit und Verbreitung, Unfallrisiken, Auswirkungen auf die Gesundheit, Erschwinglichkeit des Transports und Beschäftigungsauswirkungen. Soziale Nachhaltigkeit von urbaner Luftmobilität soll hier in diesem Sinne als gegeben angesehen werden, wenn sie eine breite gesellschaftliche Teilhabe ermöglicht, ein klarer Nutzen für das Gemeinwohl erzielt wird, der Betrieb für Nutzer dauerhaft erschwinglich ist und für Anwender und Anwohner gleichermaßen schadungsfrei verläuft.

Dieser Beitrag beschreibt Anforderungen an eine nachhaltige urbane Luftmobilität insbesondere hinsichtlich gesundheitlicher Auswirkungen auf die Bevölkerung. Schädliche Auswirkungen von Fluglärm auf die Gesundheit sind allgemein anerkannt (Sparrow et al., 2019). Mögliche Lärmbelastigung ist ein entscheidendes Bedenken hinsichtlich der Akzeptanz von Drohnen. Während andere Besorgnisse, beispielsweise solche vor Missbrauch oder Verletzungsgefahr, mit zunehmendem Wissen über und Erfahrungen mit Drohnen abnehmen, sind Lärmbesorgnisse bei vorhandenen realen Erfahrungen eher stärker ausgeprägt (Eißfeldt et al., 2020) und auch als einzige der abgefragten Besorgnisse über die vergangenen Jahre angestiegen (VUL 2022). Neuere Forschungsergebnisse bestätigen zudem ein zunehmendes Belästigungserleben ‚Annoyance‘ von Flughafenanwohnern (Miller et al. 2021). In wieweit diese Ergebnisse auf zukünftige Vertiports übertragbar sind, bleibt zu prüfen. Grundsätzlich aber gilt: Auch Drohnenlärm ist Fluglärm. Zwar sind die Geräuschentwicklungen in der Intensität wohl geringer als bei anderem Fluggerät, zumindest in Ballungszentren kann dies durch oft geringere Hörabstände teilweise wieder ausgeglichen werden, und die tonale Qualität von eVTOLs mit ihren multi-rotor-Antrieben wird in Hörversuchen bei gleichem Schalldruck als störender erlebt als die von herkömmlichen Luftfahrzeugen (EASA 2021). Insgesamt deutet sich hier besonders im urbanen Umfeld ein wichtiges Kriterium für behördliche Planungs- und Genehmigungsprozessen an.

Weltweit gibt es zahlreiche Entwicklungsprojekte für eVTOLs zur Passagierbeförderung, mehrere Firmen haben bereits Prototypen geflogen, und vereinzelt wurde die Aufnahme erster Services schon für 2024 angekündigt. Zur erwartbaren Geräusentwicklung der Fluggeräte werden von Herstellerseite zumeist nur vage Angaben gemacht, oft im Vergleich zu anderen Lärmquellen: Volocopter gibt für den Schwebflug 65 dBA in 75m Entfernung an und sieht sich damit 3fach leiser als ein Helikopter in gleicher Fluglage (Volocopter 2019). Für den Überflug in 120 m Entfernung werden ebenfalls 65 dBA angegeben und somit ein 4-5fach geringerer Wert als bei einem Hubschrauber (Volocopter 2021). Die Darstellung erwartbarer Lärmwerte von eVTOL im Vergleich zu Hubschraubern ist auch bei anderen Herstellern üblich: Archer beschreibt sein eVTOL als ‚bei Start und Landung 10x leiser als ein Helikopter‘ sowie als ‚im Streckenflug 100x leiser als ein Helikopter‘ (Archer 2022), und Joby Aviation gibt für den eigenen Prototyp an, im Schwebeflug mit 55 dB sogar 1000fach leiser als ein Hubschrauber beim Start (90 dB) zu sein (Joby 2022). Die genauen Bedingungen und Methoden solcher Messungen bleiben meist unklar und sind immer auch unter dem Gesichtspunkt des anstehenden Wettbewerbs zu sehen. Im Zusammenhang eines möglichen Ersatzes von bisherigen Hubschrauberflügen ist der Vergleich aussagekräftig. Hier haben eVTOLs einiges Potential, so könnte die Durchführung von bisher mit Helikoptern geflogenen Einsätzen im Sicherheits- oder Rettungsdienst mit leiserem Fluggerät die Lärmbelastung für die Bevölkerung gerade im urbanen Raum deutlich verringern. Dem stehen bisher jedoch noch Einschränkungen in Bezug auf Reichweite und Geschwindigkeit entgegen. Im Hinblick auf bisher mit Helikoptern durchgeführte Zubringerdienste hingegen bestehen bereits erste Absichtserklärungen, oft unterstützt von großen Airlines, zum Einsatz von eVTOL als Airport Shuttle. Diese Entwicklung wird am Beispiel New York City näher auf Nachhaltigkeit untersucht und zeigt, dass es in Ballungszentren durchaus zu einem gleichzeitigen Angebot verschiedener Anbieter mit unterschiedlichem eVTOLs kommen kann.

Für Anwohner sind dabei schon geringe Unterschiede in den Lärmemissionen bedeutsam, so wurde für die San Francisco Bay Area im Vergleich zu einem leichten Hubschrauber gezeigt, dass eine nur um 5 dBA gesteigerte Reduzierung des Fluglärms (von 10 dBA auf 15 dBA) den Flächenanteil unter Werten von >50 dBA um 94% verringern würde, und den Anteil von hoch lärmbelasteten Anwohnern um 91% (Rimjha et al., 2022). In den USA liegt der Grenzwert für Fluglärm in Residential Areas bei 65 dBA und wird von der FAA in Genehmigungsverfahren so auch für Betrieb von unbemannten Luftfahrzeugen außerhalb der Sichtweite angewandt (FAA 2022, p. 56). Dieser Wert wird dementsprechend auch von vielen Herstellern von eVTOL als Zielwert in der Entwicklung angegeben, liegt aber seinerseits deutlich über dem von der WHO für Fluglärm empfohlenen Grenzwert von 45 dB  $L_{den}$  (day-evening-night-weighted sound pressure level) (WHO 2018). Somit sind eVTOL zwar im Vergleich jeweils leiser als bisher eingesetzte Hubschrauber, aber immer noch lauter als von der WHO zumindest für Europa empfohlen. In der Summe könnte durch die steigende Zahl von Anbietern und Flugereignissen sogar insgesamt mehr Fluglärm produziert werden, was die Dringlichkeit einer frühzeitigen entsprechenden Regulierung für die Anwohner unterstreicht.

Angesichts verschiedener möglicher Anbieter wird es für Städte und Regionen im Zuge der Etablierung von nachhaltiger Luftmobilität auch darum gehen, diejenigen Anbieter mit dem leisesten Gerät zu identifizieren und so eine lärmbasierte Auslese vorzunehmen. Hierbei können die von der EASA zurzeit vorbereiteten Richtlinien zur Vereinheitlichung von Lärmmessungen (EASA 2022a) hilfreich sein, die neben den einzuhaltenden atmosphärischen Bedingungen auch genaue Vorgaben zum Messablauf aufstellen, bis hin zur Vermeidung besonders schallabsorbierender Untergründe. Zumindest für den europäischen Raum wird so eine weitgehende Vergleichbarkeit von Lärmmessungen von urbanen Fluggeräten und damit eine belastbare Entscheidungsgrundlage hergestellt.

Ein weiteres Kriterium wird sein, inwieweit der Betrieb eines bestimmten Musters eine breite gesellschaftliche Teilhabe ermöglicht, also nutzbar ist auch mit Kindern oder für ältere Personen (Stolz et al., 2022). Darüber hinaus müssen gemäß der EU-Verordnung 1107/2006 Luftfahrzeuge

grundsätzlich auch für Flugreisende mit Behinderungen oder eingeschränkter Mobilität zugänglich sein. Bisher sind entsprechende Zielvorgaben aus dem Kreis der Hersteller aber bis auf einen Einzelfall (Broadbent 2021) nicht bekannt geworden.

Inwiefern die entsprechend der Durchführungsverordnung (EU) der Kommission 2021/664 bei der Einrichtung von U-Spaces zu prüfenden Lärmauswirkungen (vgl. EASA 2022b, S.34) sowie die auf europäischer Ebene artikulierte Erfordernis zur Einbeziehung der Bürger in Hearings (ebd., S. 134) auch im ‚Konzept Einrichtung von U-Spaces in Deutschland‘ des BMDV (2022) Berücksichtigung finden, wird abschließend geprüft. Dabei wird auch auf die Einbeziehung von im Bereich des allgemeinen Fluglärms über Jahrzehnte gewonnenen Erfahrungen z.B. hinsichtlich des besonderen Wertes von ‚Community Engagement‘ (ICAO 2017) eingegangen. In der frühzeitigen Berücksichtigung solcher Erfahrungen lassen sich für eine entstehende urbane Luftmobilität Fehlentwicklungen vermeiden und möglicherweise akzeptanzförderliche Maßnahmen entwickeln.

## Quellen

Archer (2022). eVTOL Aircraft Design - Noise and Safety. <https://youtu.be/HllvMqlyD0c>

BMDV (2022). Konzept Einrichtung von U-Spaces in Deutschland.

Broadbent, M. (2021). Designing the eVTOL experience for passengers with disabilities. Vertical Magazine.

Dobranskyte-Niskota, A., Perujo, A., & Pregl, M. (2009). Indicators to assess sustainability of transport activities. European Commission, Joint Research Centre.

EASA (2021). Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe. Cologne, EASA.

EASA (2022a). Guidelines on Noise Measurement of Unmanned Aircraft Systems. Cologne, EASA.

EASA (2022b). AMC and GM to Implementing Regulation (EU) 2021/664 — Issue 1 Acceptable means of compliance (AMC) and guidance material (GM) to the U-space regulatory package. Cologne, EASA.

Eißfeldt, H., Vogelpohl, V., Stolz, M., Papenfuß, A., Biella, M., Belz, J. & Kügler, D. (2020). The acceptance of civil drones in Germany. CEAS Aeronautical Journal. 1-12.

EU (2006). VERORDNUNG (EG) Nr. 1107/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. Juli 2006 über die Rechte von behinderten Flugreisenden und Flugreisenden mit eingeschränkter Mobilität.

EU (2021). Durchführungsverordnung (EU) 2021/664 der Kommission vom 22. April 2021 über einen Rechtsrahmen für den U-Space.

FAA (2022). Unmanned Aircraft Systems Beyond Visual Line of Sight Aviation Rulemaking Committee, March 10, final report.

Joby (2022). How Quiet is the Joby Aircraft during Hover? <https://youtu.be/GHmXR0wBOil>

ICAO (2017). Circular 351- Community Engagement for Aviation Environmental Management. International Civil Aviation Organization, Montreal.

Miller, N., Czech, J., Hellauer, K., Nicholas, B., Lohr, S., Jodts, E., Broene, P., Morganstein, D., Kali, J., Zhu, X., Cantor, D., Hudnall, J., & Melia, K. (2021). Analysis of the Neighborhood Environmental Survey DOT/FAA/TC-21/4.

Rimjha, M., Trani, A., & Hotle, S. (2022). Urban Air Mobility: Preliminary Noise Analysis of Commuter Operations. AIAA 2021-3204. AIAA 2021-3204.

Sparrow, V.; Gjestland, T.; Guski, R.; Richard, I.; Basner, M. Aviation Noise Impacts White Paper. ICAO 2019 Environment Report Chapter 2 Aircraft Noise.

Stolz, M., Papenfuß, A., Reimer F., & Moerland-Masic, I., (2022). Futuristic Meets Elderly – Are Seniors Potential Passengers for Air Taxis? HorizonUAM, 2nd Urban Air Mobility Symposium, DLR, Braunschweig.

UIC2 (2020). The UIC2 Manifesto on the Multilevel Governance of the Urban Sky.

UIC2 (2021). The Urban-Air-Mobility Initiative Cities Community of the EU's Smart Cities Marketplace. Practitioner briefing – Urban air mobility and sustainable urban mobility planning.

Volocopter (2019). Pioneering the Urban Air Taxi Revolution.

Volocopter (2021). Roadmap for Scalable Urban Air Mobility.

VUL Verband unbemannte Luftfahrt (2022). Was denken die Deutschen über unbemannte Luftfahrt?

WHO (2018). Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization (WHO), Regional Office for Europe.