



BeSB

SCHALLTECHNISCHES  
BÜRO

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

# Lärmauswirkungen des Einsatzes von Drohnen auf die Umwelt

Informationsveranstaltung 23.9.2021

Zusammenfassung und Ausblick

Informationsveranstaltung  
23.9.2021

Stefan Becker

## Generell

- Technische Entwicklung und rechtliche Rahmenbedingungen noch nicht abgeschlossen
  - Alle Dinge „noch sehr im Fluss“
  - Alle Ergebnisse nur Momentaufnahme
- Umfang des Betriebs von Drohnen vor allem durch rechtliche Vorgaben beeinflusst.
  - Dualismus EU-Regelungen – nationale Regelungen
  - EU (Delegierte Verordnung 2019/945 und Durchführungsverordnung 2019/947):
    - Anforderungen an die Geräte und die Piloten
    - Grundsätzliche Regelungen
  - National (LuftVG, LuftVO):
    - Gebietsbezogene Regelungen (Wo darf geflogen werden, welche Bedingungen sind einzuhalten)

## ➡ Eigene Einschätzung:

- Alle Schätzungen zum Drohnenbetrieb in der Zukunft sind mit sehr großen Unsicherheiten behaftet
- Regelbetrieb von Drohnen mit niedrigen Überflügen von Wohngrundstücken (<< 100 m) nur schwer möglich

## Rechtliche Regelungen zum Lärmschutz

- Rechtliche Vorgaben zum Lärmschutz vorhanden aber noch unpräzise  
LuftVO 21h, Nr. 7 :  
*über Wohngrundstücken, wenn*  
...  
*c, dd „nicht zu erwarten ist, dass durch den Betrieb Immissionsrichtwerte nach Nummer 6.1 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm überschritten werden“*

### Unpräzise weil:

- Regelung gilt nur für Wohngrundstücke (nicht Wohngebiete!).
  - Was ist, wenn nur über einer Wohnstraße geflogen wird?  
(Einhaltung Immissionsrichtwerte nicht notwendig)
- Immissionsrichtwerte gelten für Summe aller Geräusche, die unter den Geltungsbereich der TA Lärm fallen
  - Dürfen Drohnenflüge die Immissionsrichtwerte allein vollständig ausnutzen?
  - Wie sind mehrere Drohnenflüge ggf. unterschiedlicher Betreiber zu bewerten?
- Umgang mit Maximalpegel ungeklärt

## Geräuschemissionen von Drohnen

- Bislang nur wenige valide Angaben zu Geräuschemissionen von Drohnen
- Große Vielfalt an Messaufbauten und Messmethoden
  - Vergleichbarkeit erschwert
  - Große Schwankungsbreite der Ergebnisse
- Alle Messergebnisse zeigen starke Tonhaltigkeit → Erhöhte Lästigkeit der Geräusche
- Geräuschvorgaben der EU begrüßenswert, greifen aber zu kurz
  - Gelten nur für Drohnen bis MTOM 4 kg
  - Gelten nicht für Starrflügler (damit auch nicht für Bauform „tilt rotor“)
  - Sind nur für Betriebsart „Schweben“ definiert
  - Beziehen sich nur auf den A-Pegel (Kein Berücksichtigung der Tonhaltigkeit)
  - Geräuschangaben werden nicht gesammelt (vergleichbare Regelung wie in EU-Richtlinie 2000/14 (Outdoor-Richtlinie) fehlt)



## Geräuschemissionen von Drohnen

Problem auch bereits an anderer Stelle erkannt

... At

present, the FAA does not have a sufficient database of information about the noise generated by most UA models to establish generally applicable noise standards, due to their novelty and variety. While small UA have operated under part 107 for several years, those aircraft do not have type or airworthiness certificates, and did not require noise testing; only limited noise data on those smaller models has been collected, and most of the collected data was acquired in a manner inconsistent with formal noise certification test conditions.

Noise certification standards, Notice of proposed rulemaking  
Department of Transportation, FAA, 27.8.2021:

Quelle: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2021-08-27/pdf/2021-17769.pdf>

### Empfehlung für weiteres Vorgehen / weitere Untersuchungen:

- Aufbau Datenbank mit Geräuschemissionen
- Entwicklung einheitlicher Messstandards für alle relevanten Flugmodi und Bauformen
- Frequenzabhängige Ermittlung der Geräusche (Terz- oder Schmalband)

## Psychoakustische Erkenntnisse

- Bislang nur wenige Untersuchungen, ausschließlich:
  - Laboruntersuchungen mit Multicopter
- Aber: einheitliches Ergebnis bezüglich einer erhöhten Lästigkeit von Drohnen
  - Alleinige Ermittlung A-bewerteter Pegel nicht ausreichend
  - Lästigkeitszuschlag noch nicht abschließend bestimmbar, (Allerdings: Bei Ermittlung Beurteilungspegel nach TA Lärm müsste im Nahbereich ein Tonzuschlag von 6 dB berücksichtigt werden)
- Grund für erhöhte Lästigkeit: Tonhaltigkeit der Geräusche
  - Drohne aus den Umgebungsgeräusche gut heraushörbar
  - Zur Verminderung der Störwirkung Tonhaltigkeit reduzieren
- Empfehlung für zukünftige Untersuchungen
  - Psychoakustische Pegeldifferenzen zu anderen Transportlärmarten ermitteln
  - Reale (Test-)Betriebe von Drohnen untersuchen (Prüfung Validität Laborergebnisse)
  - Visuell-akustischen Interaktionen berücksichtigen

## Berechnung von Geräuschimmissionen

- Berechnung von Geräuschimmissionen infolge des Drohnenbetriebs
  - Nach derzeitigem Stand möglich durch Kombination von DIN 9613-2 und DIN 45684 / 45689
  - Größte Unsicherheiten derzeit:
    - Geräuschemissionen (spärlich, ungenau)
    - Berechnungsmethodik (noch nicht messtechnisch validiert)
    - Flugweg und Zeitdauer der Befliegung (Übertragung Flugprogramm in das Berechnungsprogramm)
  
- Empfehlung für Weiterentwicklung
  - Messtechnische Validierung Berechnungsprogramm
  - Entwicklung angepasstes Berechnungsmodell,
    - schnell genug , um auf größere Bereiche anwendbar zu sein
    - Berücksichtigung aller drohentypischen Besonderheiten
  - Importfunktion für Flugprogramm aus Drohnensystem, damit Einzelberechnungen im Vorfeld eines Drohnenflugs möglich sind  
Fernziel: Variationsrechnungen zur Ermittlung lärmoptimierter Routen im Vorfeld eines Fluges

## Auswirkungen auf Mensch und Umwelt

### ➤ Auslieferung von Gegenständen

- Bei Bewertung anhand Immissionsrichtwerte (IRW) TA Lärm
- Einhaltung IRW im Streckenflug (Höhe > 100 m) unproblematisch, auch bei großen (> 100) Häufigkeiten
- Einhaltung (IRW) im Auslieferbereich, d.h. im Nahbereich schützenswerter Bebauung stark abhängig von den jeweiligen Randbedingungen
  - Abstand zu Nachbarbebauung
  - Abstand zu reflektierenden Flächen
  - Häufigkeit

➔ Insgesamt tendenziell eher problematisch

### ➤ Geoerkundung o.ä.

- Bei Bewertung anhand Immissionsrichtwerte (IRW) TA Lärm
- Einhaltung (IRW) i.d.R. gegeben (sofern nicht zu dicht vor schützenswerter Bebauung)

➔ Insgesamt eher unproblematisch

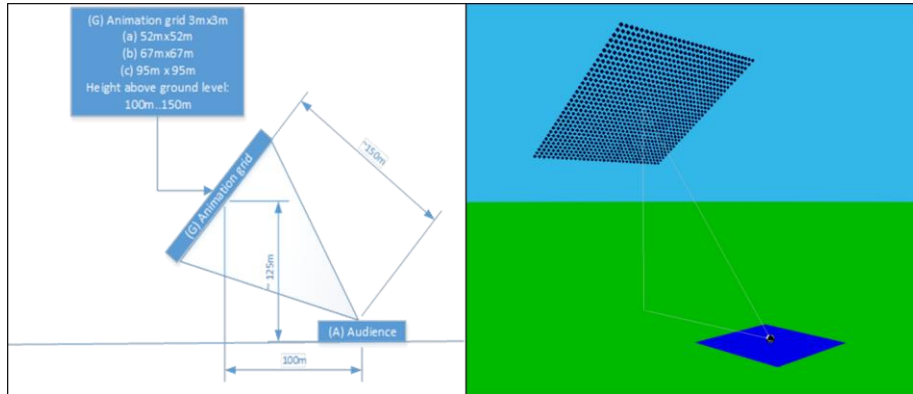




## Auswirkungen auf Mensch und Umwelt

### ➤ Lichtshows

Bei Lichtshows werden viele (> 500) sehr kleine (< 0,5kg) Drohnen eingesetzt, die jeweils eine oder mehrere farbige LEDs tragen. Für die Show werden die Drohnen innerhalb eines sog. Animation grids gitterförmig angeordnet.



- Für die Drohnen gelten die Anforderungen Delegierten EU-Verordnung 2019/945
  - Relativ geringe Geräuschemissionen
  - Lichtshows in der Regel mit Musikbegleitung
  - Musikbegleitung i.d.R. lauter, als Drohnen
- ➔ Insgesamt eher unproblematisch

## Auswirkungen auf Mensch und Umwelt

- Inspektionsflüge über Naturschutzgebieten im Sinne des § 23 Absatz 1 des Bundesnaturschutzgesetzes u.ä. Gebieten
- Lt. LuftVO ist eine Mindestüberflughöhe von 100 m einzuhalten
- Drohne wesentlich leiser als Hubschrauber
- ➔ Störung nicht zu erwarten



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Stefan Becker



BeSB GmbH  
Undinestraße 43  
12203 Berlin  
s.becker@besb.de