

Unbemannte Luftfahrtsysteme und Flugmodelle

Definition des Sachgebiets
Fachliche Bestimmungsvoraussetzungen



Stand: 04/2024
Revisionsnummer: 1
Erste Fassung: 04/2018

1. Sachgebietsbezeichnung

Das Sachgebiet umfasst unbemannte Fluggeräte in Form von **unbemannten Luftfahrtsystemen** gemäß § 1 (2) S.3 Luftverkehrsgesetz (LuftVG), umgangssprachlich „Drohnen“ genannt, und **Flugmodelle** gemäß § 1 Abs. 2 Nr. 9(LuftVG).

Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS) sind zunächst unbemannte Fluggeräte einschließlich ihrer Kontrollstation, die nicht zu Zwecken des Sports oder der Freizeitgestaltung betrieben werden. Hierzu zählen z. B. Quadro-/Hexa-/Oktokopter für gewerbliche Fotoaufnahmen, aber auch so genannte Modellflugzeuge, wenn sie zu gewerblichen Zwecken verwendet werden. Bei ausschließlicher Nutzung zu Zwecken des Sports oder der Freizeitgestaltung handelt es sich um **Flugmodelle**. Die begriffliche und rechtliche Unterscheidung hängt u. a. von der jeweiligen Verwendungsbestimmung ab.

Neben der im LuftVG formulierten Unterscheidung sind drei Betriebskategorien für Drohnen durch die Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 über die Vorschriften und Verfahren für den Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge festgelegt (Offener Betrieb/ Spezieller Betrieb/ Zulassungspflichtiger Betrieb). Die Verordnung unterteilt die Nutzung von UAS in erlaubnisfreien Betrieb (offene Kategorie) und erlaubnispflichtigen Betrieb (spezielle und zulassungspflichtige Kategorie, sowie Betrieb in Geozonen). Zudem müssen UAS künftig Herstellkriterien der delegierten Verordnung (EU) 2019/945 genügen, damit diese in der offenen Kategorie betrieben werden können. Für UAS, die bereits am Markt sind gelten Übergangsvorschriften zur Nutzung in der offenen Kategorie.

Je nach Fortentwicklung können sich hier auch Spezialgebiete ergeben.

2. Sachgebietsbeschreibung

Da das Sachgebiet sowohl unbemannte Luftfahrtsysteme als auch Flugmodelle in ihren unterschiedlichen Ausprägungen umfasst, setzt eine Bestellung die besondere Sachkunde für beide Formen unbemannter Fluggeräte voraus. Eine besondere Sachkunde ausschließlich im Teilsachgebiet der Modellflugzeuge, als einem Typus der Flugmodelle, ist somit allein nicht ausreichend.

Der Betrieb unbemannter Luftfahrtsysteme und Flugmodelle unterliegt klaren und sich allmählich weiterentwickelnden rechtlichen Rahmenbedingungen. Rechtlich werden sie als unbemannte Fluggeräte vielfach gleich behandelt.

Die eingesetzten technischen Systeme bzw. deren Kenntnis setzen ein Fachwissen voraus, das sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt hat und einer enormen Dynamik unterliegt.

Durch die günstige Verfügbarkeit von Komponenten zum Bau eines ferngesteuerten oder gar automatisch fliegenden Luftfahrzeugs ist zukünftig mit einer Zunahme von Zwischenfällen zu rechnen, bei denen hinsichtlich der Ursachen zwischen technischem Versagen, menschlichen Fehleinschätzungen, Produktmängeln oder gar bewusstem Missbrauch unterschieden werden muss. Im Bereich der Sport- und Freizeitgestaltung ermöglichen die technischen Systeme die erleichterte Steuerung. Verwendung finden elektronische Sensoren und Kleinstrechner, beispielsweise zur Vereinfachung der Handhabung in Verbindung mit Videoübertragungssystemen zur Vermittlung einer on-board-Sicht (First Person View / FPV), oder als Rettungssystem. Weit darüber hinaus geht das Anwendungsspektrum von unbemannten Luftfahrzeugen / Drohnen, wenn eine gewerbliche Nutzung damit verbunden ist. In diesem Zusammenhang ist das Zusammenspiel der technischen Systeme wesentlich komplexer und die technischen Entwicklungen weniger voraussehbar. Sachverständige¹ werden daher benötigt, um sowohl die Funktionsweise und -fähigkeit unbemannter Fluggeräte selbst, als auch Schadensereignisse zu begutachten.

¹ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde die männliche Form in den Fällen verwendet, in denen eine geschlechtsneutrale Formulierung nicht möglich war. Alle Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter und Geschlechteridentitäten.

3. Sachgebietsgliederung

Die öffentliche Bestellung kann für eine bestimmte Gruppe, Größe oder Art eines unbemannten Fluggeräts, oder für eine spezielle Anwendung eines unbemannten Fluggeräts differenziert werden.

Nach Bauweise des Luftfahrzeugs:

- Klassischer Hubschrauber,
- Multirotorsysteme,
- Konventionelle Flugzeuge,
- Kipprotorflugzeuge, Schwingenflugzeuge, Schwenkflügler,
- Raketen,
- Luftschiffe und Zeppeline,
- Tragschrauber,
- sonstige Systeme.

Als eine nach Gewicht und damit implizit nach Risiko gestaffelte Unterteilung bietet sich an:

- bis 25 kg Abflugmasse
- über 25 kg Abflugmasse.

Mit der verbindlichen Veröffentlichung der Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 über die Vorschriften und Verfahren für den Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge kann eine Einteilung in

- offener (open),
- spezieller (specific) und
- zertifizierter Betrieb (certified) sinnvoll erscheinen.

Als Inhalte bzw. mögliche Arbeitsaufträge für öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige auf dem Gebiet kommen beispielsweise in Betracht:

- Gutachten über die Eignung des Geländes und des betroffenen Luftraums als Voraussetzung für die Erteilung einer Betriebserlaubnis
- Beurteilung von Absturzursachen sowie der daraus resultierenden Schäden
- Beschädigungen an unbemannten Luftfahrzeugen, bei denen Ursachenunklarheit in Bezug auf Bedienungs- oder Herstellungsfehler besteht
- Diskussionen von Notfallsituationen, bei denen der Steuerer nicht in der Lage war, das Luftfahrzeug zu steuern
- Überprüfung von Angaben zum Luftfahrzeug (z. B. im Rahmen der Beantragung einer Betriebserlaubnis), oder zum Steuerer (z. B. Fluglerlaubnis und Kenntnisse)
- Details zum Betrieb eines Luftfahrzeugs, beispielsweise hinsichtlich Sichtweite, Flugleistung, Flugdatenaufzeichnung, Sensoren oder Datenüberprüfung
- Einflüsse von Umwelt oder Wetter auf unbemannte Luftfahrzeuge und deren Betrieb
- Bestimmung von (minimalem) Sicherheitsabstand und Aufprallenergie eines unbemannten Luftfahrzeugs
- Abschätzung von Betriebsgrenzen
- Schätzung von Abflugmasse und Flugzeit

4. Vorbildung

Abgeschlossenes Studium einer Fachrichtung innerhalb der Ingenieurwissenschaften an einer Universität, Technischen Universität, Technischen Hochschule oder Fachhochschule. Ausnahmsweise können die notwendigen Kenntnisse auch durch gleichwertige einschlägige Ausbildung nachgewiesen werden.

Nachweis einer mindestens zehnjährigen, regelmäßigen, nach dem Studium liegenden praktischen Tätigkeit im Bereich der Flugsystemtechnik, die mindestens 5 Jahre den praktischen Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge unterschiedlichster Art enthält.

5. Kenntnisse

a) Theoretische Kenntnisse

- Flugmechanik und Aerodynamik
- Verfahren und Auslegungskriterien von Flugregelungssystemen
- Ortung und Navigation, Sensorfusion
- Antriebssysteme
- Flugmesstechnik und Sensorik unbemannter Luftfahrzeuge

b) Technische Kenntnisse

Neben den durch den erfolgreichen Abschluss des Studiums erworbenen Grundkenntnissen im Bereich Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik, der Nachweis allgemeiner Kenntnisse über die wesentlichen Arten unbemannter Luftfahrzeuge, insbesondere über deren Aufbau, Funktionsweise und Fähigkeiten

- Hinreichende Übersicht über die verfügbaren Systeme und Varianten unbemannter Luftfahrzeuge, der Komponenten und deren Verbreitung
- Nachweis der Fähigkeiten, ein vertieftes Verständnis der verschiedenartigen Systeme und den daraus folgenden Eigenschaften entwickeln zu können
- Verständnis der technischen Terminologie

6. Regelwerke

- Normen des deutschen und europäischen Luftrechts
- Technische Regelwerke
- Richtlinien

7. Allgemeine Rechtskenntnisse Sachverständigentätigkeit

Die „[Allgemeinen Rechtskenntnisse Sachverständigentätigkeit](#)“ sind Bestandteil dieser Bestellungsvoraussetzungen.

- Grundkenntnisse des auf die Sachverständigentätigkeit bezogenen Zivil- und Versicherungsrechts sowie des Prozessrechts

8. Sachgebietspezifische Rechtskenntnisse (soweit erforderlich)

- Einschlägiges nationales und supranationales Recht in Bezug auf die Luftfahrt (u. a. Luftverkehrsordnung (LuftVO), SERA-DVO 923/2012, Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 sowie 2019/945) (3)
- Haftungsrecht, Datenschutzrecht (2)
- Kenntnis der bundeslandbezogenen Erlaubnistatbestände und Betriebsgenehmigungen (3)
- Kenntnisse der Bundes- und Landesluftfahrtverwaltung, insbesondere Verwaltungsstrukturen für die Erlaubniserteilung, Erteilung von Ausnahmen von Betriebsverboten, Verfolgungsbehörden, Flugsicherung
- Kenntnisse über den Aufbau des Luftraums

Grundsätzlich sollten die Kenntnisse gewichtet werden, z. B.:

(1) = Grundkenntnisse

(2) = Vertiefte Kenntnisse

(3) = Detailkenntnisse

9. Vorzulegende Arbeitsproben (Art und ggf. Anzahl - soweit möglich)

- drei Gutachten (3fach); nach Möglichkeit Gerichts- und Privatgutachten
- Lebenslauf unter Hervorhebung des beruflichen Werdegangs (3fach)

10. Erläuterungen

Zu 4. Vorbildung

Die notwendige Vorbildung und theoretischen Grundlagen können grundsätzlich nur durch den erfolgreichen Abschluss eines technischen Studiums sichergestellt werden. Dabei ist der Nachweis der speziellen genannten Fachgebiete von Bedeutung, da in einem allgemeinen technischen Studiengang nicht von der hinreichenden Spezialisierung ausgegangen werden kann. Der ausnahmsweise zulässige Nachweis der notwendigen Kenntnisse auch durch andere gleichwertige einschlägige Ausbildungen, muss in jedem Fall den Anforderungen an eine etwaige qualifizierte berufliche Tätigkeit in dem Sachgebiet entsprechen.

Zu 5.a) Theoretische Kenntnisse

Die Flugmechanik beschreibt das Verhalten von Körpern, die sich in der Atmosphäre bewegen. Im Gegensatz zur Aerodynamik beschreibt die Flugmechanik nicht die physikalischen Abläufe an einzelnen Flugzeugkomponenten, sondern das Verhalten des Gesamtsystems. Die Grundaufgabe der Flugmechanik besteht darin, Position, Fluglage und Fluggeschwindigkeit eines Flugkörpers zu einem beliebigen Zeitpunkt zu berechnen. Dies geschieht mit Hilfe von Bewegungsgleichungen, die aus einem System von gekoppelten Differentialgleichungen bestehen. Das Flugzeug wird in der Regel als Starrkörper behandelt. Aerodynamik beschreibt die Entstehung der Kräfte und Momente infolge der Anströmung. Flugmechanik und Aerodynamik sind Teilbereiche der Ingenieurstudiengänge der Luft- und Raumfahrttechnik.

Die Kenntnisse der Verfahren und Methoden der Flugregelung ermöglichen dem Sachverständigen die Beurteilung und Bewertung der im unbemannten Luftfahrzeug verbauten Flugsteuersysteme. Zu den Merkmalen eines Regelungssystems gehören u. a. Stabilität, Dämpfung, Störungsunterdrückung und Führungsverhalten. Bei der Unterstützung durch Regelung beinhaltet der Regelkreis den Piloten. Daher gilt es, die Zusammenwirkung von Pilot und geregelterm Fluggerät als Gesamtsystem zu beurteilen. Moderne Regelungssysteme werden auf digitalen Rechnern ausgeführt, woraus sich weitere Einflüsse auf die Stabilität ergeben können.

Navigation umfasst grundsätzlich die Gesamtheit aller Maßnahmen, Vorgänge und Verfahren, um den Weg eines Luftfahrzeuges von einem Ort zu einem anderen festzulegen und sicher zu erreichen. Die Ortung umfasst die Verfahren, die es ermöglichen, sich relativ zu einem Bezugssystem zu positionieren sowie die Lage gegenüber diesem zu beschreiben. Für die Ortung und Navigation sind Kenntnisse der Relativbewegung von Körpern und die Transformationen zwischen Bezugssystemen von Bedeutung. Sensoren bestimmen ihre Messwerte auf der Basis physikalischer Effekte, die die Einflüsse dieser Relativbewegung enthalten.

Mittels der im Luftfahrzeug verbauten Sensoren erfolgt die Ortung und Navigation. Auf Grund des Aufbaus und den daraus resultierenden Beschränkungen in Luftfahrzeugen unter 150 kg kommen meist spezielle Sensoren zum Einsatz. Diese besitzen im Vergleich zu Sensoren aus dem Bereich der bemannten Luftfahrt Eigenschaften, welche sich vor allem in der Qualität der Positions-, Geschwindigkeits- und Lageschätzung bemerkbar machen. Fehler in den Messungen lassen sich nur schwierig identifizieren, haben jedoch bedeutenden Einfluss auf das Verhalten des Gesamtsystems.

Auch wenn die Hersteller die Art der verwendeten Komponenten meist nicht offen legen, lassen sich die Fähigkeiten auf Grund der Kenntnis der verfügbaren Bauteile und deren Verbreitung bestimmen. Häufig bestehen die verwendeten Luftfahrzeuge aus etablierten Modulen, die ein Sachverständiger kennen und bewerten können muss.

Die Vielfältigkeit der verfügbaren unbemannten Luftfahrzeuge im Hinblick auf ihren Aufbau, die Funktionsweise und den daraus resultierenden Fähigkeiten ist bereits heute immens. Zu erwarten ist darüber hinaus eine stetige Weiterentwicklung. Folglich ist es erforderlich, neuartige Fluggeräte bewerten bzw. mit dem entsprechenden technischen Verständnis beurteilen zu können.

Zu 5.b) Technische Kenntnisse

Maßgeblich ist ein Nachweis einer qualifizierten, eigenverantwortlichen und umfassenden, nicht nur gelegentlichen, Tätigkeit im Zusammenhang mit dem Sachgebiet. Nur dann kann der Sachverständige die für eine öffentliche Bestellung vorauszusetzenden langjährigen Erfahrungen sammeln und vertiefen.

Der Aufbau eines unbemannten Luftfahrtsystems umfasst die Art und Wirkungsweise des Antriebs, die physikalische Grundlage des Auftriebs, die Funktionsweise und Freiheitsgrade der Steuerung und die aus allen diesen Einzelheiten resultierenden Flugeigenschaften und Flugeleistungen.

Da sich die Tätigkeit des Sachverständigen auf ein breites Spektrum von unbemannten Luftfahrtsystemen bezieht, muss der Antragsteller allgemeine technische Kenntnisse über die in diesem Bereich verwendete Terminologie besitzen.

11. Anforderungen an Gutachten bzw. Sachverständigenleistungen

Zum Aufbau eines Gutachtens wird auf die jeweilige Sachverständigenordnung sowie auf die [„Hinweise zum Aufbau eines schriftlichen Sachverständigengutachtens“](#) verwiesen.