3305

Unbemannte Luftfahrtsysteme und Flugmodelle

- **Definition des Sachgebiets**
- **Fachliche Bestellungsvoraussetzungen**

Stand: April 2018
Revisionsnummer: 0
Erste Fassung: April 2018

DIHK
Deutscher
Industrie- und Handelskammertag

1. Sachgebietsbezeichnung

Das Sachgebiet fasst 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) zusammen.

Unbemannte Luftfahrtsysteme sind 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, Werbeluftschiffe, aber auch 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 demnach weitgehend von der jeweiligen Verwendungsbestimmung ab.

Das Sachgebiet unterliegt einer starken Dynamik. 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 onboard-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. Sachverständige werden daher benötigt, um sowohl die Funktionsweise und -fähigkeit unbemannter Fluggeräte selbst, als auch Schadensereignisse zu begutachten.

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.

Im Zeitpunkt der Erstellung der Bestellungsvoraussetzungen wird auf internationaler Ebene gemeinschaftlich an einem Regelwerk durch die „Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems“ (JARUS) gerarbeitet. Es ist zu erwarten, dass durch diese Arbeitsgruppe eine operationszentrische Risikoklassifizierung entworfen wird, die anschließend durch die EASA, European Aviation Safety Agencyoffiziell verabschiedet werden wird. Es zeichnet sich ab, dass danach eine Einteilung in

- open,
- specific und
- certified sinnvoll erscheinen kann

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 Aufstiegserlaubnis (§ 21a Abs. 5 E-LuftVO) bzw. einer Ausnahme von einem Betriebsverbot (§ 21b Abs. 2 und 3 E-LuftVO)
- 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. in einer Aufstiegserlaubnis), oder zum Steuerer (z.B. Flugerlaubnis 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 Ingenieurswissenschaften 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. Sachgebietsspezifische Rechtskenntnisse (soweit erforderlich)

- Einschlägiges nationales und supranationales Recht in Bezug auf die Luftfahrt (u.a. Luftverkehrsordnung (LuftVO) und SERA-DVO 923/2012) (3)
- Haftungsrecht, Datenschutzrecht (2)
- Kenntnis der bundeslandbezogenen Erlaubnistatbestände und Aufstiegsgenehmigungsregelungen (3)

- Kenntnisse der Bundes- und Landesluftfahrtverwaltung, insbesondere Verwaltungsstrukturen für die Erlaubniserteilung, Erteilung von Ausnahmen von Betriebsverboten, Verfolgungsbehörden, Flugsicherung
- Kenntnisse über den Aufbau des Luftraums

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

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

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

(1) = Grundkenntnisse

(2) = Vertiefte Kenntnisse

(3) = Detailkenntnisse

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 Flugsteuerungssysteme. 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 geregeltem 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 Flugleistungen.

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

11. Anforderungen an Gutachten bzw. Sachverständigenleistungen

Auch für die Gutachtenerstellung im Bereich „unbemannte Luftfahrtsysteme“ gelten die allgemeinen Anforderungen an technische Gutachten. Diese sind:

1. Allgemeine Angaben

1.1 Auftraggeber/in, Datum der Auftragserteilung; bei Gerichtsaufträgen: Angabe der Parteien und des Aktenzeichens

1. 2 Inhalt des Auftrags und Zweck des Gutachtens; bei Gerichtsaufträgen: Wiedergabe des Beweisbeschlusses

1. 3 Verwendete Arbeitsunterlagen, z. B. Akten, Pläne, Untersuchungs-/ Überprüfungsergebnisse und Fotografien etc.

1. 4 Überprüfungsergebnisse, Ortsbesichtigung, Datum und Teilnehmer

2. Feststellungen

2. 1 Kurze zusammenfassende Darstellung der Gesamtsituation, Inhalt evtl. vorliegender Vorgutachten sowie andere wichtige Angaben zur Vorgeschichte

2. 2 Genaue, umfassende Beschreibung der eigenen Feststellungen zum Schadensbild bzw. zur zu begutachtenden Situation (insbes. bei Aufstiegserlaubnissen oder Ausnahmen von Betriebsverboten). Im Sonderfall deutliche Kenntlichmachung, wenn von fremden Vorgaben bei der Beurteilung ausgegangen wird.

3. Untersuchungen

3. 1 Untersuchungen und Ermittlungen, Auswertungen von Laborprüfungen, Messungen u. ä.

3. 2 Auswertung der getroffenen Feststellungen, Erläuterung der Schadensursache bzw. der Risiken für die öffentliche Sicherheit und Ordnung mit Angabe und Begründung, worin die Ursache liegt (eventuell Planungs- oder Ausführungsfehler).

3.3 Aufzeigen, wie der Schaden behoben bzw. durch welche Auflagen eventuelle Gefahren für die öffentliche Sicherheit und Ordnung minimiert werden können. Angaben zu den Kosten der Schadensbehebung bzw. der eventuellen Auflagen. Falls ein Mangel nicht oder nicht vollständig beseitigt werden kann, sind der verbleibende Mangel und/oder die Wertminderung anzugeben.

4. Zusammenfassung

Ein Gutachten muss die gestellten Fragen umfassend, eindeutig nachvollziehbar sowie übersichtlich mit allgemein verständlichen Formulierungen beantworten.

Die Anforderungen an andere Sachverständigenleistungen können je nach Inhalt des Auftrags (gerichtlich oder außergerichtlich) abweichen.

12. Literaturliste (als Empfehlung)

[1] Anderson, John D. (1999): Aircraft Performance and Design - New York (us) : McGraw, ISBN: 0-07-001971-1

[2] Beck, Maximilian (2016): Dr. Drohne ['dɒktə dʀoːnə] : Basiswissen für Steuerer unbemannter Flugsysteme auf dem Weg zur Aufstiegserlaubnis - 2. Aufl. - Norderstedt (de), ISBN: 978-3-74125-0149

[3] Beck, Maximilian (2016): Dr. Drohne ['dɒktə dʀoːnə] : Checklisten, Flugbuch und Infos; Behördenkonform gem. NfL 1-786-16 - 2. Aufl. - Norderstedt (de), ISBN: 978-3-74125-0149

[4] Bramwell, A. R. S. (2001): Bramwell's Helicopter Dynamics - 2. Ed. - Oxford (gb) : Butterworh-Heinemann, ISBN: 0-7506-5075-3

[5] Etkin, Bernard (1996): Dynamics of Flight : Stability and Control - 3. Ed. - New York, NY (us) : Wiley, ISBN: 0-471-03418-5

[6] Geering, Hans P. (2004): Regelungstechnik : Mathematische Grundlagen, Entwurfsmethoden, Beispiele - 6., neu bearb. und ergänzte Auflage - Berlin (de) : Springer, ISBN: 3-540-40507-0

[7] Giemulla, Elmar (2016): Die administrative Bewältigung des Drohnenbetriebs, Drohnenmagazin 2016, 14

[8] Giemulla, Elmar (2017): Unbemannte Luftfahrtsysteme - Die bevorstehenden Veränderungen im deutschen und europäischen Recht, Drohnenmagazin 2017, 14

[9] Grewal, Mohinder S. (2001): Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration - New York, N. Y. (us) : John Wiley & Sons, ISBN: 0-471-35032-X

[10] Padfield, Gareth D. (1999): Helicopter Flight Dynamics : the Theory and Application of Flying Qualities and Simulation Modelling - Reprinted - Reston, VA (us) : AIAA : ISBN: 1-56347-205-8

[11] Valavanis, Kimon P. (2007): Advances in Unmanned Aerial Vehicles : State of the Art and the Road to Autonomy - Dordrecht (nl) : Springer , ISBN: 978-1-4020-613-4

[12] Wendel, Jan (2007): Integrierte Navigationssysteme : Sensordatenfusion, GPS und Inertiale Navigation - München (de) : Oldenbourg, ISBN: 978-3-486-58160-7