

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Inspektion von Anlagen und Gebäuden mit UAV
(Flugdrohnen)

Inspection of installations and buildings with UAVs
(unmanned aerial vehicles)

VDI 2879

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Abkürzungen	4	3 Abbreviations	4
4 Grundlagen	4	4 Fundamentals	4
4.1 Abmessungen von UAV	5	4.1 Dimensions of UAVs.....	5
4.2 Gewicht und Gewichtsklassen	5	4.2 Weight and weight categories.....	5
4.3 Ausstattung	5	4.3 Equipment.....	5
4.4 Multikopter	7	4.4 Multicopters.....	7
4.5 Flächendrohne.....	7	4.5 Fixed-wing drones	7
5 Instandhaltung und Inspektion	8	5 Maintenance and inspection	8
6 Betrieb von UAV	8	6 Operation of UAVs	8
6.1 Rechtliche Aspekte gewerblicher UAV-Nutzung.....	8	6.1 Legal aspects of commercial UAV operation	8
6.2 Aufstiegszeugerlaubnis.....	9	6.2 Authorisation to fly.....	9
6.3 Voraussetzungen für einen sicheren Flugbetrieb mit UAV	10	6.3 Requirements for safe UAV flight operations.....	10
6.4 Anforderung an den Piloten eines UAV.....	13	6.4 Requirements concerning the UAV pilot.....	13
6.5 Batterien.....	14	6.5 Batteries	14
6.6 Versicherung.....	15	6.6 Insurance.....	15
7 Anwendungsbeispiele in der Industrie	15	7 Examples of applications in the industrial sector	15
Anhang A Risikoanalyse.....	17	Annex A Risk analysis	17
Anhang B Flugprotokoll mit Checkliste	21	Annex B Flight log with check list.....	24
Anhang C Auflistung der Referenzen in LuftVO und NfL zur rechtlichen Information für den Anwender	26	Annex C List of references in the LuftVO and NfL for legal information of the user	26
Schrifttum	27	Bibliography	27

VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik (GPL)

Fachbereich Fabrikplanung und -betrieb

VDI-Handbuch Fabrikplanung und -betrieb, Band 1: Betriebsüberwachung/Instandhaltung
VDI-Handbuch Bautechnik
VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Facility-Management

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Diese Richtlinie bietet dem Betreiber eines UAV-Systems (UAS), der als Dienstleister am Markt operiert, einen Anhalt, seine Fernerkundungsergebnisse dem Kunden auf qualitativ hochwertigem und vergleichbarem Stand anbieten zu können.

Diese Richtlinie gibt dem potenziellen Kunden bzw. Auftraggeber eine Orientierungshilfe, die Qualität des Dienstleisters bzw. Auftragnehmers zu beurteilen.

Ferner bietet die Richtlinie einen Leitfaden, ein in seiner Tiefe sehr komplexes Luftfahrtsystem (z.B. den Multikopter) mit einem Höchstmaß an Sicherheit für Betreiber, Auftraggeber und unbeteiligte Dritte zu betreiben.

Zielgruppe

Anbieter der Inspektion sind z.B.:

- Handwerker, Techniker
- Inspektions- und Instandhaltungsfirmen
- Piloten von UAV (UAV-Dienstleister)
- technische Sachverständige, Gutachter

Nutzer bzw. Auftraggeber der Inspektion sind z.B.:

- Anlagenbetreiber
- Gutachter
- Investoren
- Landwirte/landwirtschaftliche Betriebe
- Technische Sachverständige
- Vermesser
- Versicherungen
- Wartungs- und Instandhaltungsfirmen
- und viele mehr

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

This standard serves as a reference for operators of UAV systems (UAS) providing UAV services on the market, enabling them to offer high-quality remote sensing services to customers at comparable conditions.

The standard also serves as guideline for potential customers or clients, helping them to assess the quality of a service provider or contractor.

Furthermore, this standard also provides a guideline for the operation of highly complex aviation systems (e.g. multicopters) with maximum safety for the operator, client and for third parties who are not directly involved.

Target group

Providers offering inspection services are, for example:

- craftsmen, technicians
- inspection and maintenance service providers
- UAV pilots (UAV service providers)
- technical experts, examiners and surveyors

Users or clients commissioning an inspection include:

- plant operators
- examiners/surveyors
- investors
- farmers/agricultural businesses
- technical experts
- land surveyors
- insurance companies
- inspection and maintenance service providers
- and many more

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt Standards für gewerbliche und ausschließlich zivile Anwendung im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Für Anwendungen im Ausland kann die Richtlinie in ihrer grundsätzlichen Aussage herangezogen werden, es sind jedoch abweichende nationale Regelungen zu beachten.

Die Richtlinie versteht sich als Ergänzung zu vorhandenen Instandhaltungsrichtlinien (u.a. DIN 31051 und VDI 2890, die hier insbesondere das Werkzeug eines sensortragenden UAV-Systems (UAS) betrachtet.

UAV-Systeme können sowohl Multirotor- als auch Tragflächensysteme umfassen. Sie sind immer batteriebetrieben.

1 Scope

This document describes standards for commercial and civilian use only on the territory of the Federal Republic of Germany. The general information contained in this standard may be applied to other countries, but deviating national regulations still have to be observed.

This standard is meant to serve as an addendum to existing maintenance standards (including DIN 31051 and VDI 2890, the latter taking particular consideration of the tool “sensor-carrying UAV system (UAS)”).

UAV systems may include multi-rotor as well as fixed wing systems. They are always battery-powered.

Gimbal

kardanische Aufhängung des Sensorsystems

Liveview

Übertragung des Kamerabilds von dem →UAV an die Bodenkontrollstation in Echtzeit

Multikopter

→UAV mit mehreren Rotoren zum Tragen von Nutzlasten

Planetary K-Index

planetarische Kennziffer für die magnetische Wirkung solarer Teilchenstrahlung

Risikoanalyse

systematische Analyse zur Bewertung der Gefahren und Risiken durch den Einsatz des →UAV an Anlagen und Infrastruktur

Anmerkung: Aus den daraus resultierenden Gefährdungen werden Maßnahmen umgesetzt.

UAV (Unmanned Aerial Vehicle, Flugdrohne) unbemanntes, durch einen Piloten ferngesteuertes Luftfahrzeug

3 Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

- DFS Deutsche Flugsicherung
- EMV elektromagnetische Verträglichkeit
- GNSS globales ziviles Satellitennavigationssystem
- GPS globales Positionsbestimmungssystem
- ICAO Internationale Zivilluftfahrtorganisation
- MTOW maximales Abfluggewicht
- UAV Flugdrohne (Unmanned Aerial Vehicle)

4 Grundlagen

Im Zusammenhang mit Drohnen wird die Abkürzung UAV (Unmanned Aerial Vehicle) genutzt, die lediglich ein unbemanntes Luftfahrzeug bezeichnet. Dabei ist ein UAV die fliegende Komponente eines UAS (Unmanned Aerial System) oder eines RPAS (Remote Piloted Aerial System) – eines Drohnensystems. Das UAS enthält neben dem UAV auch die Bodenkontrollstation für die Steuerung des UAV, die Sensoren, die Teilsysteme für die Datenübertragung Boden/Bord (oder zu anderen Empfängern der Erkundungsergebnisse) sowie die Komponenten für Betrieb, Wartung und Transport.

Anmerkung 1: UAV ist eine geläufige Abkürzung für Drohne, ein unbemanntes Luftfahrzeug oder einen sogenannten Multikopter. Diese Fluggeräte werden über eine Fernsteuerung geflogen. In dieser Richtlinie sollen im Weiteren nur zivil

gimbal

cardan suspension of the sensor system

live view

real-time transmission of the →UAV's camera image to the ground control station

multicopter

→UAV with several rotors for carrying payloads

Planetary K-Index

planetary index for the magnetic effect of solar particle radiation

risk analysis

systematic analysis for assessing the dangers and risks arising from the operation of an →UAV in plants and infrastructures

Note: Measures are implemented on the basis of the identified hazards.

UAV (unmanned aerial vehicle, aerial drone) unmanned aircraft, remote-controlled by a pilot

3 Abbreviations

The following abbreviations are used throughout this standard:

- DFS German Air Traffic Control
- EMC electromagnetic compatibility
- GNSS Global Navigation Satellite System
- GPS Global Positioning System
- ICAO International Civil Aviation Organization
- MTOW maximum take-off weight
- UAV unmanned aerial vehicle, aerial drone

4 Fundamentals

The abbreviation UAV (unmanned aerial vehicle) is often used in connection with drones. An unmanned aerial vehicle is the flying component of an UAS (unmanned aerial system) or RPAS (remote piloted aerial system) – i.e. a drone system. In addition to the UAV, the UAS also includes the ground control station for controlling the UAV, sensors, the subsystems for ground control/on-board data transmission (or other devices for receiving exploration results) as well as components for operating, maintaining and transporting the UAV/UAS.

Note 1: UAV is a common abbreviation for a drone, an unmanned aircraft or a so-called multicopter. These aircraft are flown via remote control. This standard only refers to UAVs used exclusively for civilian purposes. These are used for a

genutzte UAV beschrieben werden. Deren Einsatzgebiete sind vielseitig und reichen von Befliegung von Industrieanlagen zu Inspektionszwecken über Anwendung für Jagd und Landwirtschaft, der Landvermessung, der Filmproduktion und vielen anderen Anwendungsbereichen, die hier nicht abschließend aufgezählt werden können.

Anmerkung 2: Der deutsche Begriff „Drohne“ findet sich in Literatur und Sprachgebrauch in verschiedenen Ausprägungen und Abkürzungen wieder:

MAV	Micro/Mini Aerial Vehicle
MEMS	Micro Electro-Mechanical System
NAV	Nano Air Vehicle
OAV	Organic Aerial Vehicle
RPAS	Remote Piloted Aerial System
RPV	Remotely Piloted Vehicle
STUAV	Small Tactical UAV
TUAV	Tactical Unmanned Aerial Vehicle
UAS	Unmanned Aerial/Aircraft System
UAV	Unmanned/Uninhabited Aerial Vehicle
	Unmanned Aerial Vehicle(s)
	Unmanned Aerospace Vehicle(s)
	Uninhabited Aircraft Vehicle
	Unmanned Air Vehicle
	Unmanned Airborne Vehicle
	Unmanned Autonomous Vehicle
	Unmanned Vehicle
	Upper Atmosphere Vehicle
VTUAV/ VTOL UAV	Vertical Take-off and Landing Unmanned Aerial Vehicle

In dieser Richtlinie werden ausschließlich die Bezeichnungen „UAV“ und „UAS“ verwendet.

4.1 Abmessungen von UAV

Mittlerweile haben sich bei Flächendrohnen Spannweiten von 1 m bis etwa 3 m etabliert. Bei Multikoptern gibt es aufgrund der verschiedensten Einsatzzwecke und Bauweisen derzeit gebräuchliche Rahmengrößen von 450 mm bis 1100 mm Durchmesser (bei kreisrunder Anordnung). Sie werden derzeit ausnahmslos von Elektromotoren angetrieben, da deren schnelles Ansprechverhalten das System „Multikopter“ erst betriebsicher ermöglicht. Besonders bei den größeren Systemen geht der Trend zu anklappbaren Motorpylonen, um die Packmaße für den Transport zu reduzieren.

4.2 Gewicht und Gewichtsklassen

Als bestimmender Wert in der Größenbewertung eines UAV gilt das maximale Abfluggewicht MTOW (maximum take-off weight), gemäß § 21 der aktuellen Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO).

4.3 Ausstattung

Ein UAS besteht in der Regel aus den folgenden Komponenten:

wide range of applications, ranging from flights over industrial plants for inspection purposes, hunting and agricultural applications, land surveying and film productions, as well as many other applications which cannot possibly be all listed here.

Note 2: In literature and everyday language, the term “drone” is used in various forms and in connection with various abbreviations:

MAV	micro/mini aerial vehicle
MEMS	micro electro-mechanical system
NAV	nano air vehicle
OAV	organic aerial vehicle
RPAS	remotely piloted aerial system
RPV	remotely piloted vehicle
STUAV	small tactical UAV
TUAV	tactical unmanned aerial vehicle
UAS	unmanned aerial/aircraft system
UAV	unmanned/uninhabited aerial vehicle
	unmanned aerial vehicle
	unmanned aerospace vehicle
	uninhabited aircraft vehicle
	unmanned air vehicle
	unmanned airborne vehicle
	unmanned autonomous vehicle
	unmanned vehicle
	upper atmosphere vehicle
VTUAV/ VTOL UAV	vertical take-off and landing unmanned aerial vehicle

Only the terms “UAV” and “UAS” are used in this standard.

4.1 Dimensions of UAVs

In the meantime, wingspans between 1 m and around 3 m have become established for fixed-wing drones. Due to the various fields of application and designs of multicopters, frame sizes between 450 mm and 1100 mm diameter (for circular layouts) are commonly used for multicopters today. Currently they are exclusively driven by electric motors since safe operation of the “multicopter” system is only possible with the quick response of these motors. In particular for larger systems, there is a trend towards folding motor arms to reduce the packing size for easier transportation.

4.2 Weight and weight categories

Pursuant to § 21 of the currently valid LuftVO (German Air Traffic Order), the maximum take-off weight MTOW is the determining parameter for the size of a UAV.

4.3 Equipment

An unmanned aerial vehicle system generally consists of the following components:

- Fluggerät (UAV) selbst – das heißt der Rumpf mit Flügeln und Leitwerk (oder Flügel mit integriertem Rumpf beim Nurflügel) – oder Tragstruktur mit den Pylonen für die Elektromotoren/Propellereinheiten bei Multikoptern (Hier sind Quadro-, Hexa- und Oktokopter in kreisrunder, quadratischer, H- oder V-Form gebräuchlich; es gibt aber auch andere Formen, z.B. Y-Frames.)
- Flugregelsystem (mit Failsafe-Funktionen) zum Flug und zur Stabilisierung des UAV, mit einem GNSS-Navigationsmodul (z.B. GPS, das russische System für satellitengestützte Navigation Glonass, das chinesische Satellitennavigationssystem Beidou oder das EU-Satellitenavigationssystem Galileo)
- Fluginformationssystem zur Überwachung der wichtigen Parameter der UAV im Flug
Besonders wichtig sind die verbliebene Restflugzeit oder der Ladezustand der Batterien sowie Position, Bewegungsrichtung und aktuelle Höhe wie auch Fluglage zum Piloten.
- Bodenkontrolleinheit in Form einer Fernsteuerung mit Failsafe-Funktionen für den Flug bzw. zur Überwachung oder den Eingriff in den autonomen Flug sowie für den Betrieb bzw. die Abstimmung der Sensoren im Flug, sofern sie nicht autonom geregelt sind
- Batterieeinheit(en) inklusive (Schnell-)Ladetechnik
- festmontierte oder einziehbare Fahrwerk-/Landegestelle
- Sensoren, die zum Teil fest installiert oder auch dem jeweiligen Nutzzweck entsprechend lagestabilisiert auf entsprechenden Trägern („Gimbal“) angebaut werden (Bei Tragflüglern wird in der Regel ein strömungsgünstiger Einbau vorgenommen.)
- Sensoreinheit (Einzel oder Cluster), unter Umständen inklusive der Aufzeichnung der Daten an Bord
- Schnittstellen für die Stabilisierung und das Richten der Sensorträger/Sensoren
- in der Regel ein Datenübertragungssystem zur Auswertung/Kontrolle der erfassten Bord- und Sensordaten zur Bodenkontrollstation
- Für größere Systeme sind Rettungssysteme (zumeist Fallschirm) für das UAV und die angebauten wertvollen Sensoren verfügbar. Bei Flächendrohnen dienen sie auch zum regulären
- the actual aircraft (UAV) – i.e. fuselage with wings and empennage (or wings with integrated fuselage in the case of a flying wing) – or the supporting structure of multicopters, including the arms for the electric motors/propeller units (commonly quadcopters, hexacopters and octocopters with arms in circular, square, H-form or V-form arrangement, although other forms do also exist, for example Y frames)
- flight-control system (with fail-safe functions) for flying and stabilising the UAV, including a GNSS navigation module (for example GPS, the Russian “Glonass” system for satellite navigation, the Chinese satellite navigation system “Beidou” or the European “Galileo” satellite navigation system)
- flight information system for monitoring the UAV’s important parameters in flight
The remaining flight time or battery power level as well as the position, direction of flight and current altitude and position of the UAV in relation to the pilot are particularly important parameters.
- ground control unit in the form of a remote control device with fail-safe functions for the flight and/or for monitoring or intervening in autonomous flight, as well as for operation and/or adjustment of sensors in flight, unless these are adjusted autonomously
- battery unit(s) including (fast) charging technology
- fixed or retractable undercarriages/landing gear
- sensors, either permanently installed or installed in a stabilised position on suitable supports (“gimbals”), depending on the designated use (In systems with wings, the sensors are usually installed in an aerodynamically efficient manner.)
- sensor unit (individual or cluster), possibly including an on-board data recording function
- interfaces for stabilising and adjusting the sensor supports/sensors
- usually, a data transmission system for transmitting the recorded on-board and sensor data to the ground control station in order to analyse/check these
- Recovery systems (in most cases a parachute) are available for larger systems in order to recover the UAV and the expensive sensors installed on the UAV. Recovery systems are also

Landen des Systems. (Aufgrund von Gewichts-
einsparung wird auf Fahrwerke verzichtet.)

4.4 Multikopter

Das aerodynamische Modell des Multikopters beruht auf dem reinen Kraftflug, das heißt, der Multikopter benötigt für den Flug permanent elektrische Energie. Insofern ist die Flugzeit stark von einzelnen Parametern abhängig:

- tatsächliches Abfluggewicht (UAV, Batterien, Sensoren usw.)
- Kapazität und maximale Entnahmekapazität der Batteriezellen
- Koptergeometrie
- Gewicht und Balance des UAV
- Propellerauslegung und Größe
- Drehzahl/Leistung der Motoren
- Temperatur
- Flughöhe
- Wetterbedingungen (besonders Windböen)

Dabei ist stets zu beachten, dass die Flugzeit bei einem Multikopter pro Batterieeinheit gering ist (zwischen 10 min und 20 min). Jedoch wird die Gesamteinsatzdauer durch das Mitführen von mehreren Batteriesätzen und transportable Schnellladetechnik vor Ort erweitert.

4.5 Flächendrohne

Bei Flächendrohnen macht man sich in der Regel das Tragwerk und dessen aerodynamische Auslegung mit hohen Gleitzahlen zum Erreichen weitaus höherer Flugzeiten zunutze. Allerdings steht bei der Profilauswahl das gutmütige und stabile Flugverhalten hinsichtlich langer Flugzeit in Konkurrenz zur gewünschten, durchschnittlichen Flugeschwindigkeit. Im Regelfall kommt ein sogenanntes „relativ gutmütiges“ Motorseglerprofil mittlerer Streckung in Abhängigkeit von Beladung bzw. tatsächlichem Abfluggewicht und aerodynamischer Güte zum Einsatz. Verkleidungen, z.B. von Sensoren, die bisweilen außerhalb des Rumpfs bzw. der Flügelgeometrie liegen, verschlechtern hier das Flugverhalten unter Umständen deutlich und geben deswegen den Ausschlag zur Wahl eines Multikopters.

used for normal landing operations of fixed-wing drones (which are sometimes designed without landing gear to save weight).

4.4 Multicopters

The aerodynamic model of a multicopter is based purely on powered flight, i.e. the multicopter requires constant electrical energy to fly. Hence the flight time strongly depends on individual parameters, such as:

- actual take-off weight (UAV, batteries, sensors, etc.)
- capacity and maximum power capability of the battery cells
- multicopter geometry
- weight and balance of the UAV
- propeller design and size
- motor speed/power
- temperature
- flight altitude
- weather conditions (in particular wind gusts)

It always has to be kept in mind that a multicopter can only fly for a short time (between 10 min and 20 min) with one battery unit. However, the total flight time can be extended by taking along several battery packs and transportable quick charging devices to the operation site.

4.5 Fixed-wing drones

In fixed-wing drones, wing shapes and aerodynamic designs with high lift-to-drag ratios are generally used in order to achieve significantly longer flight times. However, when selecting an airfoil profile, the steady and stable flight characteristics required for long flight times tend to conflict with the desired average flight speed. Generally, a so-called “relatively steady” motor-glider profile with medium aspect ratio is used, depending on the load or actual take-off weight and aerodynamic quality. Housings, for example of sensors, that are sometimes installed outside the fuselage/wing geometry, may have a significant negative effect on flight characteristics and thus prompt operators to choose a multicopter instead.

5 Instandhaltung und Inspektion

Nach DIN 31051 und VDI 2890 sind Maßnahmen zu den jeweiligen Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung definiert. In dieser vorliegenden Richtlinie wird im Zusammenhang der Instandhaltung ausschließlich die sogenannte Inspektion betrachtet.

Bei der visuellen Prüfung von Anlagen und Gebäuden wird unterschieden zwischen der „regelmäßigen Sichtkontrolle“ und der detaillierten „Sichtprüfung“. Die regelmäßige Sichtkontrolle soll in Hinblick auf Beschädigungen, Verschmutzung, Korrosion und sonstige offensichtliche Veränderungen erfolgen. Sie kann nur in frei zugänglichen Bereichen ohne Öffnung von Betriebsmitteln bzw. Demontage usw. erfolgen. Die Sichtkontrolle dient der Fehlererkennung oder Vermeidung von Gefahrensituationen. Bei entsprechenden Auffälligkeiten können weitere Maßnahmen initiiert werden. Unter diesen Voraussetzungen kann die regelmäßige Sichtkontrolle üblicherweise durch den Betreiber selbst vorgenommen werden. Typischerweise erfolgen Sichtprüfungen in zyklischen Wiederholungen (z.B. einmal jährlich oder monatlich) oder ereignisindiziert nach Beschädigungen, Unfällen, Unwettern usw.

Es wird empfohlen, alle Prüfungen (sowie auch die Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen) zu dokumentieren. Dies kann z.B. mithilfe eines Betriebshandbuchs gewährleistet werden.

6 Betrieb von UAV

6.1 Rechtliche Aspekte gewerblicher UAV-Nutzung

Jeder Betreiber von UAV hat die Gesetze, Regeln und Vorschriften des Luftrechts namentlich Luftverkehrsgesetz (LuftVG) und LuftVO, Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (LuftVZO) und NfL (Nachrichten für Luftfahrer) einzuhalten. Weitere Regelungen sind der LuftVO insbesondere §§ 20 und 21 ff. und den aktuellen NfL zu entnehmen.

Es gelten die Regeln am Einsatzort (nicht vollständig):

- Aufstiegserlaubnis (mit Flugzeiten, MTOW usw.)
- Zustimmung der Grundstückseigentümer
- Luftraum (ICAO-Karte)
- Bei Flugeinsätzen im Außenbereich ist zusätzlich vor Aufnahme der Flugaktivitäten zu prüfen, ob Einschränkungen hinsichtlich der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG) bestehen.

5 Maintenance and inspection

Measures relating to the basic procedures of servicing, inspection, repairs and improvement are defined in DIN 31051 and VDI 2890. This standard only deals with the so-called “inspection” aspect of maintenance.

With regard to visual inspection of plants and buildings, a distinction is made between “regular visual examination” and detailed “visual inspection”. A regular visual examination is meant to identify damage, contamination, corrosion and other obvious changes. It can only be carried out in freely accessible areas which do not require the opening and/or dismantling, etc. of operating facilities/equipment. A visual examination is carried out to identify defects or prevent dangerous situations. Further measures can be initiated if corresponding abnormalities are detected. On the basis of these premises, the operator can usually carry out regular visual examinations by himself. Visual inspections are typically carried out at regular fixed intervals (for example annually or monthly), or when triggered by an event, such as damage, an accident, storm, etc.

It is recommended that all inspections (as well as servicing and maintenance measures) should be documented. An operating manual can help to ensure this documentation, for example.

6 Operation of UAVs

6.1 Legal aspects of commercial UAV operation

Every UAV operator has to comply with aviation laws, rules and regulations, in particular the Luftverkehrsgesetz (German Air Traffic Act, LuftVG) and LuftVO (German Air Traffic Regulations), Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (German Air Traffic Licensing Order, LuftVZO) and the NOTAM (Notices to airmen). Further regulations which apply specially to UAVs can be found in §§20 and 21 et seq. of LuftVO and the most recent NOTAM.

The various rules valid for the operation site also apply (list is not exhaustive):

- authorisation to fly (“Aufstiegserlaubnis”) (including flight times, MTOW, etc.)
- declaration of consent by the property owner
- airspace (ICAO map)
- Prior to starting outdoor flight activities, it shall be checked whether any restrictions by the Habitats Directive (92/43/EWG) have to be observed.

Weitere Details befinden sich in Anhang B.

6.2 Aufstiegserlaubnis

Je nach Anwendung und eingesetztem UAV ist rechtzeitig eine Allgemein- bzw. Einzelerlaubnis einzuholen. Die Erlaubnisse werden von den Landesluftfahrtbehörden erteilt, die genauen Zuständigkeiten variieren von Bundesland zu Bundesland.

Einzelne Bundesländer erkennen Allgemeinerlaubnisse aus anderen Bundesländern an (gegen eine geringere Gebühr als für eine neue Allgemeinerlaubnis). Aufstiegserlaubnisse sind gebührenpflichtig und zeitlich befristet.

Während Durchführung der Flugdienstleistung muss die Aufstiegserlaubnis im Original mitgeführt werden.

Allgemeine Aufstiegserlaubnisse werden erteilt in Abhängigkeit von:

- MTOW (flugfertig, inklusive Nutzlast)
- Flughöhe
- Einschränkung des Luftraums

Erforderliche privatrechtliche oder öffentliche Erlaubnisse, Genehmigungen oder Zustimmungen bleiben davon unberührt.

Der Betrieb eines UAV außerhalb der Sichtweite (das Luftfahrtgerät ist ohne besondere optische Hilfsmittel nicht mehr zu sehen oder die Fluglage nicht mehr eindeutig zu erkennen) ist grundsätzlich nicht erlaubt.

Darüber hinaus werden auch Einzelerlaubnisse gewährt.

Flüge innerhalb geschlossener Ortschaften

Neben Luftraumbeschränkungen sind innerstädtische Flüge der örtlichen Polizei und dem Ordnungsamt anzuzeigen.

Weiterhin ist die Genehmigung des Grundstückseigentümers des Start- und Landegebiets einzuholen.

Flüge außerhalb geschlossener Ortschaften

Es ist die Genehmigung des Grundstückseigentümers des Start- und Landegebiets einzuholen.

Flüge innerhalb geschlossener Räume

Bei Flügen in geschlossenen Räumen ist keine Aufstiegserlaubnis erforderlich. Dafür darf das UAV keine Möglichkeit haben, den öffentlichen Luftraum fliegend zu erreichen, z.B. Messehallen, Kesselräume, Brennkammern, Tanks, Kathedralen, Salzstock, Theater o.Ä.

For more detailed information please refer to Annex B.

6.2 Authorisation to fly

Depending on the application and the UAV used, the operator of a UAV has to obtain a general or specific case-by-case authorisation in good time. Authorisations are granted by the German *Landesluftfahrtbehörden* (local aeronautical authorities of the federal states); the authority that is specifically responsible varies from state to state.

Some federal states recognise a general authorisation granted by a different state (against payment of a lower fee than that for obtaining a new general authorisation). Authorisations to fly are subject to a fee and are limited in time.

The original authorisation to fly has to be kept on board at all times when providing flight services.

Granting of general authorisations to fly is subject to:

- MTOW (ready to fly, including payload)
- flight altitude
- airspace restrictions

Required authorisations, permissions or approvals under private or public law remain unaffected.

Operation of a UAV outside the operator's visual line of sight (the aircraft is no longer visible without special vision-enhancing devices or the flight attitude is no longer clearly visible) is prohibited on all accounts.

Furthermore, specific, case-by-case authorisations can be obtained.

Flights over built-up areas

In addition to observing airspace restrictions, flights over built-up areas (towns) have to be reported to the local police department and municipal public order office (*Ordnungsamt*).

Furthermore, a declaration of consent has to be obtained from the property owner of the launching and landing site.

Flights outside built-up areas

Permission has to be obtained from the owner of the property where the UAV is to take off and land.

Indoor flights

No authorisation to fly is required for indoor flights. It has to be ensured that the UAV is not able to reach public airspace in flight, for example while flying in exhibition halls, boiler rooms, combustion chambers, tanks, cathedrals, salt domes, theatres or the like.

Die Durchführung einer Risikoanalyse und Gefährdungsbeurteilung bleiben davon unberührt.

Datenschutz

Für die Erhebung und Nutzung von (Bild-)Daten sind das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG), die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) sowie Regelungen des Anlagenbetreibers zu beachten.

Das Persönlichkeitsrecht gegebenenfalls abgelifeter Personen ist zu beachten.

6.3 Voraussetzungen für einen sicheren Flugbetrieb mit UAV

Flugvorbereitung

Vor Aufnahme der Flugaktivitäten soll eine gemeinsame Risikoanalyse (siehe Anhang A) zwischen dem Betreiber des UAV und dem Auftraggeber durchgeführt werden.

Der Anlagenbetreiber muss die möglichen Risiken an seiner Anlage, die der Drohnen dienstleister nicht kennt (oder kennen kann) im Rahmen seiner Mitwirkungspflicht offenlegen.

Betreiber und Dienstleister müssen diese Risikobetrachtung gemeinsam schriftlich erarbeiten und dokumentieren.

Die erstellte Risikoanalyse muss durch den Drohnenpiloten und den verantwortlichen Vertreter des Anlagenbetreibers gemeinsam unterschrieben werden; weiterhin sind alle Seiten des Dokuments gemeinsam zu paraphieren.

Dieses sogenannte Assessment sollte mindestens folgende Punkte umfassen:

- Bewertung grundsätzlicher Gefahren, die vom Betrieb des eingesetzten UAV ausgehen
 - Beherrschung von Risiken durch Kollisionen/Abstürze
 - Risiken durch EMV/Störeinstrahlung bezogen auf die Anlage
 - Risiken durch EMV/Störaussenbdung bezogen auf das UAV
- örtliche Gegebenheiten
- Störkanten, Ex-Zonen, Verkehrswege, eingeschränkte Lufträume usw.
- Wetter, Wind, Lichtverhältnisse, atmosphärische Bedingungen (z.B. Nebel, Staub, Sonnenaktivität (EMV), Sichtverhältnisse, Wasserdampf)
- Prüfung der Fluchtwege
- Klärung von Haftung und Versicherungsbedingungen (z.B. bei Anlagenbeschädigungen oder

The obligation to carry out a risk analysis and hazard assessment remains valid.

Data privacy

Regarding the collection and use of (image) data, the German Federal Data Protection Act (*Bundesdatenschutzgesetz*, BDSG), the General Data Protection Regulation (GDPR) as well as the plant/facility operator's rules and regulations have to be observed.

The general right of privacy of any persons accidentally filmed or photographed has to be observed.

6.3 Requirements for safe UAV flight operations

Flight preparations

Before commencing flight activities, the UAV operator and the client shall carry out a joint risk analysis (see Annex A).

In the context of his duty to cooperate, the plant operator is obliged to inform the drone service provider of any possible risks relating to his plant/facility which the service provider is not (or cannot be) familiar with.

The operator and the service provider shall jointly compile and document this risk assessment in writing.

The compiled risk analysis shall be signed by the drone pilot and the plant operator's authorised representative; furthermore, each page of the document shall be initialed by both parties.

The assessment should cover at least the following points:

- assessment of general dangers arising from operation of the UAV used
 - control of risks arising from collisions/crashes,
 - risks arising from EMC/external interference pertaining to the plant, and
 - risks arising from EMC/emitted interference pertaining to the UAV
- local conditions
- projecting edges, explosion hazard zones, traffic routes, restricted airspaces, etc.
- weather, wind, light conditions, atmospheric conditions (for example fog, dust, solar activity (EMC), visibility, water vapour)
- checking of escape routes
- clarification of liability and insurance issues (for example damage to the plant or production

auch Produktionsausfall ausgelöst durch den UAV-Einsatz)

- schriftliche Arbeitserlaubnis des Auftraggebers
- Vorbesprechung und Festlegung eines sicheren Arbeitsablaufs
- Definition des Arbeitsumfangs
- Verantwortlicher auf Kundenseite, eventuell abweichend am Flugtag vor Ort
- Verantwortlicher und handelnder Dienstleister
- Definition zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen
 - z.B. Brandwache, Feuerlöscheinrichtungen
 - Überwachung durch Sicherheitsposten bei Flügen in engen und geschlossenen Räumen
 - Beherrschung von Risiken durch Kollisionen/Abstürze
- Mit dem Auftraggeber bzw. dem Anlagenbetreiber, Grundstückseigentümer usw. sind die entsprechenden Genehmigungen zu Fotos und Luftaufnahmen abzustimmen und einzuholen.

Bei kommerzieller und industrieller Anwendung ist die Nutzung von UAV gemäß Vorgabe des Anlagenbetreibers durchzuführen.

Die in der Gefährdungsbeurteilung und der Risikoanalyse abgeleiteten Maßnahmen werden für den Zeitraum der Befliegung umgesetzt.

Die Bewertung der Risiken und die Ableitung von Maßnahmen zu ihrer Beherrschung ist Thema der Gefährdungsanalyse. Nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) schuldet der Arbeitgeber seinen Mitarbeitern eine solche für die Verwendung der überlassenen Arbeitsmittel. Konkret ist also hier der UAV-Dienstleister in der Pflicht gegenüber seinen Mitarbeitern, ebenso aber auch der Auftraggeber des Dienstleisters gegenüber den seinen.

Zu den Risiken und Pflichten des Auftraggebers gehört es daher unbedingt, Drohnenüberflüge auf dem Betriebsgelände nur in Bereichen durchzuführen, in denen sich nur die Mitarbeiter aufhalten, die für die Durchführung der Inspektion erforderlich sind.

Die auftraggeberseitigen Vorbereitungen für den Überflug sind u. a.:

- die Information der Mitarbeiter (insbesondere im zu befliegenden Bereich)
- die Sicherstellung, dass sich keine Personen in den gefährdeten Bereichen (die befliegen werden) aufhalten

downtime caused by operation of the UAV)

- written work permit by the client
- preparatory meeting and determination of a safe procedure
- definition of the scope of services
- authorised representative of the client, possibly a different person, present on site on day of flight
- responsible and executing service provider
- definition of additional safety measures
 - e.g. fire guard, fire extinguishing systems
 - supervision by safety guards when flights are to take place in tight spaces or indoors
 - control of risks arising from collisions/crashes
- Required permissions to take photographs and aerial images have to be coordinated and obtained in cooperation with the plant/facility operator, property owner, etc.

In commercial and industrial applications, UAVs have to be operated in accordance with the plant/facility operator's specifications.

The measures specified on the basis of the hazard assessment and risk analysis shall be implemented for the flight period.

The assessment of risks and specification of corresponding measures to control these risks is the subject of the hazard analysis. According to BetrSichV (German Ordinance on Industrial Safety and Health), the employer is obliged to carry out a hazard analysis regarding the work equipment provided to his employees. Specifically this means that the UAV service provider is obliged to provide a hazard analysis its employees but also that the service provider's client is obliged to carry out a similar analysis vis à vis his employees.

Therefore, it is the client's risk and duty to carry out drone flights solely in those parts of the company's premises where only those employees required for carrying out the inspections are present.

The client's preparations for flight operations include:

- informing employees (in particular in the area to be covered by the UAV flight)
- ensuring that there are no persons present in areas exposed to hazards (i.e. over which the drone(s) will be flying)

- die Überprüfung, ob die nötigen (weiteren) Sicherheitsmaßnahmen in Kraft sind

Weiterhin müssen Pilot (oder ein Beobachter, der mit dem Piloten in Sicht- und/oder Sprechverbindung steht) direkten Sichtkontakt zur Drohne haben.

Flugdurchführung

Vor dem Start des UAV ist die Pre-Flight-Checkliste (siehe Anhang B) abzuarbeiten und das Ergebnis schriftlich zu dokumentieren.

Vor Aufnahme der Flugtätigkeiten ist ein geeigneter Wetterbericht einzuholen und das Ergebnis in die Flugplanung einzubeziehen.

Außerdem sind folgende Punkte wichtig:

- Das Start- und Landegebiet soll deutlich sichtbar mit geeigneten Baken und/oder Pylonen gekennzeichnet werden.
- Der Pilot soll eindeutig erkennbar sein, z.B. durch Tragen einer Warnweste mit der Aufschrift „Pilot“.
- Der Pilot soll sich in dem gekennzeichneten Bereich aufhalten, der dem Piloten und dem Kamerabediener vorbehalten ist. Die Steuerung des UAV und die Steuerung/Kontrolle der Sensoren (Kamera usw.) sollen durch eine separate Person zu erfolgen. Beide Personen sollen beieinander stehen oder über eine Sprechverbindung kommunizieren können.
- Die Kommunikation während des Flugs mit dem Auftraggeber/Anlagenbetreiber erfolgt grundsätzlich über den Steuerer der Sensoren, um eine Ablenkung des Piloten zu vermeiden.
- Bei unübersichtlichen bzw. anspruchsvollen Flugkonstellationen, z.B. im Bereich von Hindernissen, soll ein Beobachter anwesend sein, der mit dem Piloten in Sicht- und Sprechverbindung steht. Diese Funktion kann vom Bediener der Sensoren übernommen werden.

Während des Einsatzes sind folgende Unterlagen mitzuführen:

- Betriebsanleitungen aller Komponenten und Geräte der verwendeten UAS-Ausrüstung
- darüber hinaus im Original
 - Aufstiegserlaubnis
 - Ausbildungszertifikate
 - Versicherungspolice
 - Flugbuch des/der Piloten

Nachbereitung des Flugs

Bestandteil der Nachbereitung ist immer die Übergabe des vertraglich vereinbarten Liefergegenstands

- checking whether the required (further) safety measures are in place

Furthermore, the pilot (or a person watching the UAV and who has visual and/or voice contact with the pilot) has to have direct visual contact with the drone.

Flight operations

Prior to launching the UAV, the pre-flight checklist (see Annex B) has to be completed and the results have to be documented in writing.

Prior to commencing flight activities, a suitable weather report has to be obtained and has to be taken into consideration in the flight plans.

Further important points to be considered:

- The launch/landing site shall be clearly marked with suitable beacons and/or traffic cones.
- The pilot shall be clearly identifiable as such, for example by wearing a safety vest bearing the word “pilot”.
- The pilot shall stand in the marked area reserved for the pilot and the camera operator. The UAV controls and sensor controls (camera, etc.) shall be operated by separate persons. Both persons shall stand next to each other or be able to communicate via a voice communication system.
- To prevent the pilot being distracted in any way, the sensor operator shall always be responsible for any communications with the client/plant operator while the UAV is in flight.
- When flying in complex or demanding flight conditions, for example in the vicinity of obstacles, an additional observer who has eye and voice contact with the pilot shall be present. This task may be assigned to the sensor operator.

The following documents have to be kept available on board/on site during operation:

- operating instructions for all components and devices of the UAS equipment in use
- and also the original
 - authorisation to fly
 - training certificates
 - insurance policy
 - pilot logbook(s)

Post-flight processing

Post-flight processing always includes handing-over the deliverables contractually agreed upon

zwischen Dienstleister und Auftraggeber (z.B. Datenanalyse, Bilder, Ausarbeiten eines Berichts). Unter Umständen ist die Beendigung des Flugbetriebs den zuständigen Stellen des Anlagenbetreibers, der örtlichen Behörden bzw. der Flugsicherung anzuzeigen.

6.4 Anforderung an den Piloten eines UAV

- gesundheitliche Eignung (Sehen, Hören, Koordination; z.B. BGI/GUV-I 504-25 – sogenannte G 25)
- kein Alkohol und/oder keine bewusstseinsverändernden Substanzen, Alkoholgrenze 0,0 Promille
- Nachweis der Befähigung des Führens des eingesetzten UAV (eventuell vom Hersteller erstelltes Dokument zu einer Unterrichtung o.Ä.)
- Der Pilot muss das UAV sicher beherrschen, auch wenn jegliche Assistenzsysteme (z.B. GPS, barometrische Höhenhaltung) nicht zur Verfügung stehen. Dies gilt insbesondere für die manuellen Start- und LandeprozEDUREN. Diese Flugerfahrung einschließlich Trainings ist im Flugbuch dokumentiert. Der Pilot muss auch ohne Assistenzsysteme das UAV sicher fliegen.
- Der Einsatz in Industrieanlagen stellt in der Regel höhere Anforderungen an das fliegerische Können des Piloten, da unerwartete Störeinflüsse (z.B. auf die Assistenzsysteme wie elektromagnetische Felder), Scherwinde an Gebäudekanten, Sichtbehinderung durch Anlagen- und Gebäudeteile usw. auftreten können (unter Umständen ein zusätzlicher Beobachter, der mit dem Piloten in Sicht- und Sprechverbindung steht).
- Kenntnisse und erforderliche Belehrungen zum Umgang mit der lokal vorgeschriebenen persönlichen Schutzausrüstung (PSA) liegen vor.

Pflichten des Piloten

- Führen eines Flugbuchs oder Logbuchs mit der kontinuierlichen Fortschreibung aller Flugaktivitäten, in dem folgende Angaben enthalten sind:
 - Name des Piloten
 - Ort
 - Typ des UAV (Bezeichnung des Geräts)
 - Datum, Uhrzeit, Dauer des Einsatzes
 - Anzahl Starts und Landungen, Gesamtflugzeit
 - Besonderheiten, Vorkommnisse, Betriebsstörungen

between the service provider and the client (e.g. data analysis, images, compilation of report). In some cases it may be necessary to inform the competent authorities of the plant/facility operator, the local authority or air traffic control that flight operations have been concluded.

6.4 Requirements concerning the UAV pilot

- physical fitness (vision, hearing, coordination; e.g. in accordance with BGI/GUV-I 504-25 – so-called G 25)
- no alcohol and no psychoactive substances, blood alcohol level zero
- proof of competence to operate the UAV being used (e.g. document by the manufacturer of the UAV certifying attendance of an instruction course or similar)
- The pilot has full control of the UAV, even when none of the assistance systems (e.g. GPS, barometric altitude control) is available. This applies, in particular, to manual launching and landing procedures. This flight experience, including training courses, shall be documented in the pilot's logbook. The pilot has to be able to fly the UAV safely, even without assistance systems.
- Operation in industrial plants normally requires higher piloting skills since unexpected interferences (e.g. electromagnetic fields affecting assistance systems), wind shear at edges of buildings, limited visibility owing to plant components or parts of buildings, etc. may occur (an additional observer who has eye and voice contact with the pilot may be required).
- The pilot knows and has received necessary instructions on handling personal protective equipment (PPE) according to local regulations.

Pilot's duties

- The pilot is obliged to keep a pilot logbook or logbook in which records of all flight activities are permanently updated and containing the following information:
 - pilot's name
 - place
 - type of UAV (name of device)
 - date, time of day, duration of mission
 - number of launches and landings, total flight time
 - special features, incidents, malfunctions

Gewerbliche Flüge mit dem Multikopter müssen dokumentiert werden. Über die Einsätze ist ein Nachweis zu führen, der mindestens zwölf Monate aufzubewahren ist. Der Pilot muss das Flugbuch mit sich führen und auf Verlangen vorlegen.

- Berücksichtigung einer ausreichenden Kapazitätsreserve der Batterien (auch für den Rückflug bzw. eine sichere Zwischenlandung; insbesondere bei Wegpunktflügen) unter Beachtung von Einflussfaktoren:
 - Hindernisse
 - Wind
 - angepasste Einstellungen eines „GPS-Käfigs“ („Geo-Fencing“)
 - Failsafe-Einstellungen

Wartung von UAV

Sämtliche Wartungen und Reparaturen sind gemäß Herstellervorgabe auszuführen.

Der Betreiber ist verpflichtet, entsprechende Unterlagen zusammenzustellen, wenn

- nur unzureichende Wartungsunterlagen vom Hersteller vorhanden sind und
- das Fluggerät unter besonderen Einsatzbedingungen (Staub, Dampf, EMV, Gewicht o. Ä.) betrieben wird.

Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sind in geeigneter Form und geeigneten Intervallen durchzuführen und im Wartungs- oder Betriebshandbuch des UAS zu dokumentieren.

6.5 Batterien

Anmerkung: Im Sinne einer technischen Beschreibung wird anstelle des umgangssprachlichen Begriffs „Akku“ (Akkumulator) der Begriff „Batterie“ verwendet.

Die Batterien sind mit der notwendigen Sorgfalt zu behandeln. Die Angaben der zugehörigen Sicherheitsdatenblätter sind zu beachten.

Für den Betrieb von mitgeführter Technik (z.B. Kameras, Sensoren und Messtechnik) sind separate Energiespeicher mitzuführen.

Während Transport und Lagerung müssen Batterien gegen Beschädigung und Kurzschluss geschützt werden.

Vor dem Flug hat sich der Pilot über den ausreichenden Ladezustand der eingesetzten Batterien für den bevorstehenden Flug zu vergewissern. Bei Batteriepacks, die aus mehreren Zellen bestehen, müssen alle Zellen die gleiche Spannung aufweisen. Es sollten alle Batteriezellen den gleichen Ladezustand haben.

Bei Betrieb und Lagerung der Batterien ist der jeweils vorgegebene Temperaturbereich einzuhalten.

Commercial flights with a multicopter shall be documented. Proof of flight missions has to be provided and retained for a period of at least twelve months. The pilot has to carry the pilot log-book with him and present it upon request.

- The pilot shall ensure that sufficient spare battery capacity (also for the return flight and/or a safe intermediate landing, in particular for way-point flights) is available, taking due consideration of influencing factors such as:
 - obstacles
 - wind
 - changed settings of “GPS fences” (“geo-fencing”)
 - fail-safe settings

UAV maintenance

All maintenance measures and repairs shall be performed according to the manufacturer’s instructions.

The operator is obliged to compile corresponding documents if

- maintenance documentation by the manufacturer is not adequate and
- the aircraft is operated under special operating conditions (dust, steam, EMC, weight or similar).

Servicing and maintenance measures shall be performed in an appropriate manner and at appropriate intervals and shall be documented in the UAS service or operating manual.

6.5 Batteries

Note: For the purpose of this technical description, the term “battery” is used instead of “accumulator”.

The batteries have to be handled with due care. The specifications of the corresponding safety data sheets have to be observed.

Separate energy storage devices have to be provided for the operation of accompanying technology (e.g. cameras, sensors, measuring devices).

Batteries have to be protected against damage and short circuiting during transportation and storage.

Prior to the flight, the pilot shall check that the batteries being used are adequately charged for the intended flight. Each cell of a battery pack consisting of several cells must have the same voltage. All battery cells should have the same charge level.

Operation and storage temperature ranges shall be adhered to. It may be necessary to cool the batter-

ten. Eventuell sind Batterien vor dem Flug geeignet zu temperieren.

Transport von UAV-Systemen

Beim Transport von UAV ist ein ausreichender mechanischer Schutz der Fluggeräte zu gewährleisten.

Beim Transport der Drohnensysteme mit dem Flugzeug ist es empfehlenswert, sich rechtzeitig bei der Fluglinie zu vergewissern, dass das Packstück mit dem eingesetzten Flugzeugtyp transportiert werden kann.

Ein besonderes Augenmerk sollte hier auch den Batterien zuteilwerden. Die Grenzwerte der Batteriegrößen (Energieinhalt in Wh) die zum Transport in Flugzeugen zugelassen sind, finden sich in den IATA-Richtlinien. Darüber hinaus kann die gewählte Fluglinie abweichende, strengere Richtlinien geltend machen.

Mit der Fluglinie ist im Vorfeld abzustimmen, wie die Batterien transportiert werden sollen (unter Umständen im Handgepäck).

6.6 Versicherung

Für gewerbliche Anwendungen ist der Abschluss einer Haftpflichtversicherung für das verwendete UAS laut deutschem Luftverkehrsgesetz vorgeschrieben (siehe LuftVG). Je nach Wert des UAS und der Sensoren kann der Abschluss einer Versicherung sinnvoll sein.

Die Absicherung eines eventuellen Risikos des Produktionsausfalls auf Seiten des Anlagenbetreibers ist zu prüfen.

7 Anwendungsbeispiele in der Industrie

Inspektion von großen und/oder schlecht zugänglichen Anlagen

- Brücken
- Kamine, Kühltürme, Tankanlagen (Überprüfung auf Dichtigkeit und Zustand)
- Krananlagen
- Energietrassen (z.B. Hochspannungsleitungen, Pipelines)
- Windenergieanlagen (z.B. Dokumentation und Vermessung bei Windkraftanlagen in Bezug auf die Zustandsermittlung)
- Solaranlagen (z.B. Lokalisierung und Dokumentation defekter Module und diverser Komponenten mit Infrarot- oder Elektrolumineszenz-Kamera)
- Flugvermessung (als Reflektor)

ies down or warm them up to the correct temperature before starting the flight.

Transporting UAV systems

When transporting UAVs, adequate physical protection of the aircraft shall be ensured.

When transporting drone systems in an aircraft, it is advisable to ask the airline in good time whether the aircraft being deployed for the respective flight is suitable for transporting the package.

In this regard, particular attention should be paid to the batteries. The battery size limits (energy content in Wh) that are accepted for transport in airplanes can be found in the IATA guidelines. It is also possible that the booked airline imposes stricter guidelines deviating from these.

Contact the airline in advance in order to coordinate how the batteries are to be transported (possibly as hand luggage).

6.6 Insurance

Pursuant to the *Luftverkehrsgesetz* (German Air Traffic Act), a general liability insurance policy has to be taken out for commercial use of a UAS (see LuftVG). Depending on the value of the UAS and the sensors, it may be prudent to take out additional insurance.

It shall also be checked whether an insurance covering the potential risk of loss of production by the plant/facility operator is required.

7 Examples of applications in the industrial sector

Inspection of large and/or difficult-to-access plants and facilities

- bridges
- chimneys, cooling towers, tank systems (inspection for leak-tightness and condition)
- cranes
- energy supply lines (such as high-voltage power lines, pipelines)
- wind turbines (e.g. for documentation and surveying/measuring of wind turbines to determine their general condition)
- solar power plants (e.g. to localise and document defective modules and various components using infra-red or electro-luminescence cameras)
- aerial measuring surveys (as reflector)

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Landwirtschaft

- Bodengüten und Wasserversorgungsgrade
- Reifegrad, Erntefähigkeit (z.B. Vegetationsindex mit Monospektralkamera)
- Ortung zum Schutz von Wild vor Erntemaßnahmen
- Feststellung der Verbreitung und Bekämpfung von Schädlingen

Kataster/Vermessung/Immobilien

- Vermessung und Volumenbestimmungen (z.B. Tagebaue, Deponien)
- Vermessung von Grundstücken mit/ohne Aufbauten (Größe, Zustand)
- Kirchen und historische Gebäude
- Fassaden- und Dachinspektionen (Zustand, Fläche, Wärmeverlust usw.)

Transportdrohnen

- Zustellung von Paketen durch Paketdienste, Internethandel
- Transport von Material oder Werkzeug zu exponierten Standorten

Other possible fields of application

Agriculture

- soil quality and water supply coverage
- ripeness, harvestability (e.g. vegetation index using a monospectral camera)
- location of wild animals to protect them from harvest measures
- determination and control of the spread of pests

Cadastre/land surveying/real estate

- surveying and volume determination (e.g. open-pit mines, landfills)
- surveying of parcels of land with/without buildings (size, condition)
- churches and historic buildings
- façade and roof inspections (condition, surface area, thermal loss, etc.)

Transport drones

- delivery of parcels by parcel services, e-commerce
- transportation of materials or tools to exposed areas

Anhang A Risikoanalyse

Gemäß dem folgenden Schema (Tabelle A1) werden verschiedene Teilaspekte bezüglich ihres Gefährdungspotenzials bewertet. Diese Bewertung ist hinsichtlich der Einsatzumgebung durchzuführen und hängt wesentlich davon ab, ob Personen und/oder Infrastruktur gefährdet werden können.

Dabei ist

- P_x Zuordnung der Eintrittswahrscheinlichkeit für das Risiko im UAV-Einsatz
gewichtet von 1 (unwahrscheinlich) bis 4 (sehr wahrscheinlich)
- C_{x-vor} Schwere des Risikos ohne Maßnahme im UAV-Einsatz
- C_{x-nach} Schwere des Risikos mit umgesetzter Maßnahme im UAV-Einsatz

Errechnet wird:

- Risiko R_1 als Produkt aus P_x und C_{x-vor} ohne Maßnahme im UAV-Einsatz
- Risiko R_2 als Produkt aus P_x und C_{x-nach} mit umgesetzter Maßnahme im UAV-Einsatz

Ergebnis: Das Produkt R_2 darf maximal 9 sein, um den UAV-Einsatz durchführen zu können.

Annex A Risk analysis

Various part-aspects are assessed with regard to their hazard potential according to the following diagram (Table A1). This assessment shall be carried out with regard to the operational environment and largely depends on whether a possible hazard to people and/or infrastructure exists.

where

- P_x classification of the probability of occurrence of the risk while operating a UAV
ratings range from 1 (unlikely) to 4 (very likely)
- C_{x-vor} severity of the risk without measure taken for UAV operation (vor: before)
- C_{x-nach} severity of the risk with measure implemented for UAV operation (nach: after)

The calculated values are:

- risk R_1 as product of P_x and C_{x-vor} without measure taken for UAV operation
- risk R_2 as product of P_x and C_{x-nach} with measure implemented for UAV operation

Result: The UAV flight can only be carried out if product R_2 does not exceed 9.

Tabelle A1. Jeweilige Kombinationen aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung eines Ereignisses

		Schwere der Auswirkung (C_x)				
		C_1	C_2	C_3	C_4	
		keine Auswirkung	geringe Auswirkung	ernste Auswirkung	kritische Auswirkung	
Eintrittswahrscheinlichkeit (P_x)	P_1	unwahrscheinlich	1	2	3	4
	P_2	möglich	2	2 · 2 = 4	6	8
	P_3	wahrscheinlich	3	6	9	12
	P_4	sehr wahrscheinlich	4	8	12	$C_4 \cdot P_4 = 16$

Kodierung der Farbigkeit

keine Maßnahmen notwendig	Präventivmaßnahmen erforderlich (Abstand halten, absperren usw.)	erweiterte Maßnahmen erforderlich (großräumig absperren, zusätzliche Observer usw.)	kein Flugeinsatz möglich
---------------------------	--	---	--------------------------

Table A1. Combinations of probabilities of occurrence and impacts of an incident

			Impact severity (C_x)			
			C_1	C_2	C_3	C_4
			no impact	minor impact	serious impact	critical impact
Probability of occurrence (P_x)	P_1	unlikely	1	2	3	4
	P_2	possible	2	$2 \cdot 2 = 4$	6	8
	P_3	likely	3	6	9	12
	P_4	very likely	4	8	12	$C_4 \cdot P_4 = 16$

Colour coding

no measures required	preventive measures required (keeping appropriate distance, cordoning off, etc.)	extended measures required (cordoning off large areas, additional observers, etc.)	flight operation impossible
----------------------	--	--	-----------------------------

Tabelle A2 beschreibt eine exemplarische Auswahl von möglichen Risiken bei der Befliegung von Gebäuden.

Bei der Befliegung von komplexeren Anlagen (z.B. in der Chemieindustrie) wird die Liste unter Umständen länger und umfangreicher, z.B. durch ausgewiesene Ex-Zonen oder Tankanlagen.

Grüne Tabellenfelder bedeuten, dass keine weiteren Maßnahmen zum Flug ergriffen werden müssen.

Anmerkung: Der Anlagenbetreiber muss die möglichen Risiken an seiner Anlage, die der Drohnen dienstleister nicht kennt (oder kennen kann) im Rahmen seiner Mitwirkungspflicht offenlegen.

Betreiber und Dienstleister müssen diese Risikobetrachtung gemeinsam schriftlich erarbeiten und dokumentieren.

Die erstellte Risikoanalyse muss durch den Drohnenpiloten und den verantwortlichen Vertreter des Anlagenbetreibers gemeinsam unterschrieben werden; weiterhin sind alle Seiten des Dokuments gemeinsam zu paraphieren.

Tabelle A2 stellt einen ersten Schritt hinsichtlich der Analyse der Risiken dar; die Risikoanalyse muss immer objektspezifisch erarbeitet werden. Sie identifiziert Risiken und analysiert deren Folgen.

Table A2 shows a representative selection of possible risks during flights in the vicinity of buildings.

The list may possibly be longer and more extensive for flights around and above complex plants and facilities (such as in the chemical industry) for example due to designated ex-zones or tank systems.

Green fields in the table mean that no further measures are required before carrying out the flight.

Note: In the context of his duty to cooperate, the plant/facility operator is obliged to inform the drone service provider of possible risks related to the plant/facility and with which the service provider is not (or cannot be) familiar.

Plant/facility operator and service provider have to jointly compile and document this risk assessment in writing.

The compiled risk analysis has to be signed by the drone pilot and the plant/facility operator’s authorised representative; furthermore, each page of the document has to be initialed by both parties.

Table A2 shows an initial step of the risk analysis. The risk analysis must always be compiled specifically for the object to be surveyed. The risk analysis identifies risks and analyses their potential impact.

Tabelle A2. Beispiele für Risiken, Eintrittswahrscheinlichkeiten und ihre Bewertung (nicht vollständig und allgemeingültig)

Risiken des UAV-Einsatzes	Maßnahmen Beispiele	Risikobewertung vor und nach Implementierung der Maßnahme				
		P_x	C_{x-vor}	C_{x-nach}	$R_1 = P_x \cdot C_{x-vor}$	$R_2 = P_x \cdot C_{x-nach}$
		Eintrittswahrscheinlichkeit	Schwere der Auswirkung		Höhe des Risikos vor und nach der Maßnahme	
Persönlichkeitsrechte werden tangiert (durch Fotos)	Einholen von Einverständnissen Anpassung Kameraausschnitt	P_4	C_3	C_1	12	4
Absturz bei Ausfall einer Antriebseinheit bei Quadrocopter	Rettungssystem (z. B. Fallschirm) oder mind. Hexacopter	P_2	C_3	C_1	6	2
Ausfall RC-Funksignal	angemessene Fail-safe-Routine sowie angepasster Flugkorridor	P_2	C_3	C_1	6	2
Starke Windböen	Distanz zu Objekt wird Windverhältnissen angepasst.	P_2	C_3	C_2	6	4
Risiko durch andere Luftverkehrsteilnehmer (LVT)	Am Objekt wird es keine anderen LVT geben.	P_2	C_4	C_1	8	2
Niedrige Akkuspannung/ Ausfall Stromversorgung	drei unabhängige Warnsysteme der Spannung zwei Batterien an Bord	P_2	C_4	C_1	8	2
Totalausfall unbekannter Ursache	Es wird nicht über Menschen oder kritischen Objekten geflogen.	P_1	C_4	C_3	4	3
Kontrollverlust unbekannter Ursache	erfahrener Pilot bewährtes Flugsystem angemessener Flugkorridor	P_1	C_3	C_2	3	2
Störung durch Funkeinrichtungen	Evaluation der emittierten Strahlung, gegebenenfalls Abschaltung der Sendeanlagen	P_2	C_3	C_3	6	6

Table A2. Examples for risks, their probability of occurrence and assessment (Table is not conclusive or absolute)

Risks of UAV operation	Measures Examples	Risk assessment before and after implementation of the measure				
		P_x	$C_{x\text{-before}}$	$C_{x\text{-after}}$	$R_1 = P_x \cdot C_{x\text{-before}}$	$R_2 = P_x \cdot C_{x\text{-after}}$
		<i>probability of occurrence</i>	<i>impact severity</i>		Risk level before and after implementation of the measure	
Rights of privacy are affected (by photographs)	obtain approvals adjust the camera's field of view	P_4	C_3	C_1	12	4
Crash due to failure of a drive unit of a quadcopter	recovery system (e.g. parachute) or use a hexacopter, at least	P_2	C_3	C_1	6	2
Radio control signal failure	adequate fail-safe routine and suitable definition of air corridor	P_2	C_3	C_1	6	2
Strong wind gusts	Distance between UAV and object is controlled to suit the wind conditions.	P_2	C_3	C_2	6	4
Risk arising from other airspace users	There will be no other airspace users near the object.	P_2	C_4	C_1	8	2
Low battery voltage/power supply failure	three independent battery voltage alarm systems two batteries on board	P_2	C_4	C_1	8	2
Total failure of unknown cause	Flights are not carried out above human beings or critical objects.	P_1	C_4	C_3	4	3
Loss of control for unknown reasons	experienced pilot tried and tested aviation system appropriate air corridor	P_1	C_3	C_2	3	2
Interference caused by radio equipment	evaluation of the emitted radiation, deactivation of transmitters, if necessary	P_2	C_3	C_3	6	6

Anhang B Flugprotokoll mit Checkliste

Das Flugprotokoll mit Checkliste (Tabelle B1) sollte vor dem Flug ausgefüllt und abgearbeitet werden (unter Umständen unter Beteiligung des Anlagenbetreibers bzw. Auftraggebers).

Dieses Dokument dokumentiert alle Angaben des Flugbuchs.

Test- und Trainingsflüge sind ebenso zu dokumentieren.

Tabelle B1. Flugprotokoll mit Checkliste

Anlagen- und Gebäudedaten	Inspektionsdetails
Kunde	Name des Piloten
Anlagenbezeichnung	Name des Sensorbedieners
Standort	Datum der Inspektion
Gegebenenfalls GPS-Position	Lokale Sicherheitseinweisung erhalten von <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Freifläche <input type="checkbox"/> Gebäude <input type="checkbox"/> indoor <input type="checkbox"/> outdoor	Detailangaben (Anlagenteile, Lage, Kennzeichnung):
Geplante Flughöhe	
Tatsächliches Abfluggewicht (in kg)	
Angebaute Sensoren	
Flugbuch	
Lokale Wetterbedingungen	
<input type="checkbox"/> eigene Beobachtung <input type="checkbox"/> Deutscher Flugwetterdienst <input type="checkbox"/> andere	
Typenbezeichnung des Fluggeräts	
Start und Landeplatz	
Datum/Uhrzeit 1. Start	
Datum/Uhrzeit letzte Landung	
Anzahl Starts und Landungen	
Flugdauer gesamt	
Vorkommnisse	
Name und Unterschrift Pilot	

Checkliste		
Vorbereitung des Flugs	Geprüft	Bemerkung/Ergebnis
Lokale Wetterdaten für den Flugtag abgerufen		
Prüfung der lokalen ICAO-Sichtflugkarte erfolgt Flugverbots- oder Kontrollzonen		
Ortsbesichtigung durchgeführt		
Auszug beispielsweise von Google-Maps geprüft/ausgedruckt		
Prüfung des sogenannten „Planetary K-Index“ für den Flugtag Störungen und Fehlfunktionen GPS		
Versicherungsunterlagen liegen vor		
Genehmigungsbescheid liegt vor		
Benachrichtigung an die lokalen Behörden erfolgt Polizei, Feuerwehr (Leitstelle), Behörden (z. B. Ordnungsamt, Bürgermeister)		
An- und Abmeldung an Flugsicherung/Tower am Flugtag erfolgt (soweit erforderlich)		
Risikoanalyse (Anhang A) durchgeführt		
umzusetzende Maßnahmen eingeleitet		
Allgemeine Flugbedingungen		
Prüfung auf Hindernisse und Störkanten im Luftraum erfolgt (z. B. Krananlagen, Freileitungen, Gebäudeüberstände, Siloanlagen, Kamine, Bäume)		
Markierung und Sicherung (gegebenenfalls Absperrung) einer ausrei- chenden Start- und Landezone durchgeführt		
Windgeschwindigkeit in der geplanten Flughöhe geprüft (innerhalb der Betriebsgrenzen des UAV)		
Berücksichtigung von Auf- und Abwinden oder Verwirbelungen in der geplanten Flughöhe durchgeführt (insbesondere beim Befliegen von Kaminen und hohen Gebäuden)		
Besondere Einsatzbedingungen in Risikoanalyse berücksichtigt, z. B. Dunkelheit, Regen, Schnee, große Kälte, Gewitter, Feuerwerk		
Prüfung auf potenzielle Störquellen für GPS und Funkverbindung in unmittelbarer Nähe vorgenommen, z. B. Mobilfunksender, Sendemas- ten, Hochspannungsleitungen, Radar, Baukräne		
Prüfung der sicherheitsrelevanten Bedingungen durchgeführt, z. B. befahrene Straße, Autobahn, Menschenansammlungen, militärisches Gelände		
Sicherheitsprüfung des Fluggeräts vor dem Flug		
Prüfung auf sichtbare Schäden am Fluggerät erfolgt		
Fester Sitz aller Propeller geprüft (Drehrichtung beachten)		
Freier (und normaler) Rotorenlauf geprüft Geräusche, Vibrationen o.Ä.		
Temperatur der Motorregler geprüft (< 40 °C?, modellspezifisch)		
Ausrichtung und festen Sitz der Antennen der Bodenstation und des Senders am UAV (z. B. Video) geprüft		
Feste Fixierung der Nutzlast und Sensoren geprüft, z. B. Sicherungs- leine gesichert und alle Schnittstellenkabel angeschlossen (modell- spezifisch)		
Prüfung der Batterien am Fluggerät durchgeführt Anschluss und fester Halt (von Batterien und Steckverbindungen)		

Checkliste (Fortsetzung)		
Vorbereitung des Flugs (Fortsetzung)	Geprüft	Bemerkung/Ergebnis
Batteriespannung geprüft		
Liveview-Batteriespannung geprüft (modellspezifisch)		
Batterietemperatur geprüft (gegebenenfalls vorwärmen im Winter)		
Batteriespannung der Bodenkontrollstation geprüft (modellspezifisch)		
Kalibrierung des Fluggeräts durchgeführt (dabei das Fluggerät nicht bewegen)		
Kalibrierung ohne Fehlermeldung abgeschlossen ca. 4 s abwarten (modellspezifisch)		
Anzeige der Telemetriedaten geprüft		
Ausschalten des GPS-Modus beim Starten geprüft (modellspezifisch)		

Anmerkung: Diese Checkliste ist mit den Vorgaben des Herstellers abzugleichen und gegebenenfalls zu ergänzen.

Annex B Flight log with check list

The flight log should be completed, and the procedure described in the accompanying check list (Table B1) should be conducted before the flight (possibly in cooperation with the plant/facility operator or client).

This document documents all information in the pilot's logbook.

Test and training flights also have to be documented.

Table B1. Flight log with check list

Plant and building data	Details of inspection
Customer	Name of pilot
Name of the plant/facility	Name of sensor operator
Location	Inspection date
GPS position (if available)	Local safety briefing given by <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no
Open space <input type="checkbox"/> Building <input type="checkbox"/> indoors <input type="checkbox"/> outdoors	Detailed information (plant sections, position, designation):
Planned flight altitude	
Actual take-off weight (kg)	
Sensors installed	
Flight logbook	
Local weather conditions	
<input type="checkbox"/> based on own observations <input type="checkbox"/> obtained from Deutscher Flugwetterdienst (German aeronautical meteorological service) <input type="checkbox"/> obtained from other sources	
Aircraft type designation	
Launching and landing site	
Date/time 1 st start	
Date/time of last landing	
Number of take-offs and landings	
Total flight time	
Incidents	
Name and signature of pilot	

Check list		
Flight preparations	Checked	Comments/results
Local weather information obtained for the day of the flight(s)		
Local ICAO visual flight operation chart checked No-fly zones or air traffic control zones		
Site inspection carried out		
Checked/printed out map excerpts, e.g. Google maps		
So-called "Planetary K-Index" for day of flight has been checked GPS interferences and malfunctions		
Insurance documents obtained		
Permit obtained		
Local authorities have been informed Police, fire brigade (control centre), authorities (for example municipal public order office, mayor)		
Registration and checkout with flight control/tower on day of flight (if required)		
Risk analysis (Annex A) carried out		
Required measures implemented		
General flight conditions		
Airspace checked for obstacles and projecting edges (for example cranes, overhead power lines, protruding parts of buildings, silos, chimneys, trees)		
Adequately sized launch and landing zone marked and secured (possibly cordoned off)		
Wind speed at planned altitude checked (is within the UAV's operating limits)		
Updrafts and downdrafts or turbulences in the planned altitude taken into consideration (in particular for survey flights near chimneys or high buildings)		
Special operating conditions considered in risk analysis, e.g. darkness, rain, snow, extremely low ambient temperatures, thunderstorms, fire-works		
Immediate vicinity checked for potential sources of interference with GPS and radio communications, e.g. cell sites or cell towers, radio masts and towers, high-voltage lines, radars, construction cranes		
Safety-relevant conditions such as busy roads, highways, crowds, military areas, etc. checked		
Safety inspection of the aircraft before flight		
Aircraft checked for visible damage		
Tight fit of all propellers checked (pay attention to direction of rotation)		
Rotors checked for free (and normal) operation noises, vibrations or similar phenomena		
Temperature of motor glider checked (< 40 °C?, model-specific)		
Orientation and tight fit of antennas of the ground control centre and transmitter on the UAV (e.g. video transmitter antenna) have been checked		
Secure mounting of the payload and the sensors checked, e.g. safety lanyard attached and all interface cables connected (model-specific)		

Check list (continued)		
Safety inspection of the aircraft before flight (continued)	Checked	Comments/results
Aircraft batteries checked Connections and safe installation (of batteries and plug connectors) checked		
Battery voltage checked		
Live-view battery voltage checked (model-specific)		
Battery temperature checked (preheated in winter, if required)		
Battery voltage of ground control station checked (model-specific)		
Aircraft calibrated (do not move aircraft during calibration)		
Calibration completed without error messages - wait approximately 4 s (model-specific)		
Telemetry data display checked		
Automatic deactivation of GPS mode during launch checked (model-specific)		

Note: This check list has to be compared with the manufacturer’s specifications and amended, if necessary.

Anhang C Auflistung der Referenzen in LuftVO und NfL zur rechtlichen Information für den Anwender

NfL 1-786-16

Neufassung der Gemeinsamen Grundsätze des Bundes und der Länder für die Erteilung der Erlaubnis zum Aufstieg von unbemannten Luftfahrtsystemen gemäß § 20 Absatz 1 Nummer 7

Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO)

Anmerkung: Die NfL 1-786-16 basiert noch nicht auf der Neufassung der LuftVO vom 06.04.2017, ist jedoch bis zur Aktualisierung der NfL gültig.

NfL 1-437-15

Bekanntmachung über die Erteilung von Flugverkehrskontrollfreigaben zur Durchführung von Flügen mit Flugmodellen und unbemannten Luftfahrtsystemen in Kontrollzonen von Flugplätzen nach

§ 27d Abs. 1 LuftVG an den internationalen Verkehrsflughäfen mit DFS-Flugplatzkontrolle

LuftVO § 21a

erlaubnisbedürftiger Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen und Flugmodellen

LuftVO §21 b

verbotener Betrieb von unbemannten Luftfahrtsystemen und Flugmodellen

LuftVO §21 c

zuständige Behörde

LuftVO §21 d

Bescheinigungen zum Nachweis ausreichender Kenntnisse und Fertigkeiten, anerkannte Stellen

Annex C List of references in the LuftVO and NfL for legal information of the user

NfL 1-786-16

new version of the joint principles of the Federal Government and the States for granting permission to fly unmanned aerial vehicle systems in accordance with § 20 Section 1 Number 7 of

German Air Traffic Regulation (LuftVO)

Note: NfL 1-786-16 is not based on the revised version of the LuftVO of 06/04/2017. However, it remains in force until the NfL is updated.

NfL 1-437-15

public notice on the issuing of air traffic control permits for flying model aircraft and unmanned aerial vehicle systems within the control zones of aerodromes in accordance with

§ 27d par. 1 Luftverkehrsgesetz (German Air Traffic Act, LuftVG) at international airports with DFS aerodrome control

LuftVO § 21a

operation of unmanned aerial vehicle systems and model aircraft requiring official permits)

LuftVO §21 b

prohibited operation of unmanned aerial vehicles and model aircraft

LuftVO §21 c

responsible public authority

LuftVO §21 d

certificate of proof of adequate knowledge and skills, recognised bodies

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Richtlinie **92/43/EWG** des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), ABl EG, 1992, Nr. L 206, S. 7–50)

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – **ArbSchG**) vom 07. August 1996 (BGBl I, 1996, Nr. 43, S. 1246–1253)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – **BetrSichV**) vom 03. Februar 2015 (BGBl I, 2015, Nr. 4, S. 49–96)

Bundesdatenschutzgesetz (**BDSG**) vom 30. Juni 2017 (BGBl I, 2017, Nr. 44, S. 2097–2132)

Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung – **DSGVO**) (Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free

movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation – GDPR)), ABl EU, 2016, Nr. L 119, S. 1–88

Luftverkehrsgesetz (**LuftVG**) vom 10. Mai 2007 (BGBl I, 2007, Nr. 20, S. 698–731)

Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung (**LuftVZO**) vom 10. Juli 2008 (BGBl I, 2008, Nr. 29, S. 1229–1280)

Luftverkehrs-Ordnung (**LuftVO**) vom 29. Oktober 2015 (BGBl I, 2015, Nr. 43, S. 1894–1919)

Technische Regeln / Technical rules

BGI/GUV-I 504-25*DGUV Information 240-250*DGUV Information 250-427:2010-01 Information; Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G 25 „Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten“. Berlin: DGUV

DIN 31051:2012-09 Grundlagen der Instandhaltung (Fundamentals of maintenance). Berlin: Beuth Verlag

Dangerous Goods Regulations (DGR) (IATA Gefahrgutvorschriften 2018). Frankfurt am Main: IATA

VDI 1000:2017-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2890:2017-03 Planmäßige Instandhaltung; Anleitung zur Erstellung von Arbeits-, Wartungs- und Inspektionsplänen (Planned maintenance; Instruction on creating of maintenance lists). Berlin: Beuth Verlag