

1 Allgemeines

1.1 Flugunfälle und Statistik

Das Flugzeug gilt als sehr sicheres Verkehrsmittel und das Thema »Flugunfälle« findet sich nur sehr selten in den Ausbildungsplänen der Freiwilligen Feuerwehren in Deutschland wieder. Die kritischen Phasen sind nach wie vor Starts und Landungen, hier sind meist Flughafenseuerwehren vor Ort. Doch auch während des Fluges können Störungen auftreten, die eine Notlandung erforderlich machen oder gar zu einem Flugunfall führen.

Im deutschen Luftraum sind mehr Luftfahrzeuge unterwegs als man zunächst glaubt. Luftfahrzeuge mit ausländischen Kennzeichen nicht betrachtet, waren in Deutschland im Jahr 2020 21.080 Luftfahrzeuge der unterschiedlichen Größenklassen zugelassen. Diese gliedern sich wie folgt:

Table 1: *Gliederung und Verkehrszulassungen von Luftfahrzeugen in Deutschland (Quelle Luftfahrtbundesamt 2022)*

Luftfahrzeugtyp	Anzahl Verkehrszulassungen
Flugzeuge über 20 t	718
Flugzeuge 14 – 20 t	40
Flugzeuge 5,7 – 14 t	229
Flugzeuge 2 – 5,7 t	606
Flugzeuge bis 2 t	6770
Hubschrauber	721
Motorsegler	3781
Luftschiffe	3
Segelflugzeuge	7150
Ballone	1062

Bei Flugunfällen wird grundsätzlich unterschieden, ob es sich um eine schwere Störung oder einen Unfall handelt.

Gemäß Definition des § 2 Flugunfalluntersuchungsgesetz (FluUG) ist eine Schwere Störung:

Ein Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs, dessen Umstände darauf hindeuten, dass sich beinahe ein Unfall ereignet hätte [...].

Hier einige Beispiele für Schwere Störungen:

- Beinahezusammenstoß/gefährliche Begegnung: gefährliche Annäherung von zwei Luftfahrzeugen, bei der mindestens ein Luftfahrzeug nach Instrumentenflugregeln betrieben wurde und ein Ausweichmanöver erforderlich war oder angemessen gewesen wäre, um einen Zusammenstoß oder eine gefährliche Situation zu vermeiden;
- nur knapp vermiedene Bodenberührung mit einem nicht außer Kontrolle geratenen Luftfahrzeug;
- abgebrochener Start auf einer gesperrten oder belegten Startbahn oder Start von einer solchen Bahn mit kritischem Hindernisabstand;
- Landung oder Landeversuch auf einer gesperrten oder belegten Landebahn;
- erhebliches Unterschreiten der vorausberechneten Flugleistungen beim Start oder im Anfangssteigflug;
- Brände oder Rauch in der Fluggastkabine oder im Laderaum und Triebwerksbrände, auch wenn diese Brände mit Hilfe von Löschmitteln gelöscht wurden;
- Umstände, die die Flugbesatzung zur Benutzung von Sauerstoff zwangen;
- Strukturversagen an der Luftfahrzeugzelle oder eine Triebwerkszerlegung, die nicht als Unfall eingestuft werden;
- mehrfaches Versagen eines oder mehrerer Luftfahrzeugsysteme, wodurch der Betrieb des Luftfahrzeugs ernsthaft beeinträchtigt wurde;
- jeder Ausfall von Flugbesatzungsmitgliedern während des Flugs;
- jeder Kraftstoffmangel, bei dem der Luftfahrzeugführer eine Notlage erklären musste;
- Störungen bei Start oder Landung; Störungen wie zu frühes oder zu spätes Aufsetzen, Überschießen oder seitliches Abkommen von der Start- oder Landebahn
- Ausfall von Systemen, meteorologischen Erscheinungen, Betrieb außerhalb des zulässigen Flugbereichs oder sonstige Ereignisse, die Schwierigkeiten bei der Steuerung des Luftfahrzeugs hätten hervorrufen können;

- Versagen von mehr als einem System in einem redundanten System, das für die Flugführung und -navigation unverzichtbar ist.

In der Regel werden Rettungskräfte nicht bei schweren Störungen von Luftfahrzeugen, sondern erst ab einem Unfall mit einem Luftfahrzeug tätig.

Ein Unfall wird wie folgt definiert (§ 2 FIUUG):

Ein Ereignis beim Betrieb eines Luftfahrzeugs vom Beginn des Anbordgehens von Personen mit Flugabsicht bis zu dem Zeitpunkt, zu dem diese Personen das Luftfahrzeug wieder verlassen haben, wenn hierbei:

1. *eine Person tödlich oder schwer verletzt worden ist,*
 - *an Bord eines Luftfahrzeuges oder*
 - *durch unmittelbare Berührung mit dem Luftfahrzeug oder einem seiner Teile, auch wenn sich dieser Teil vom Luftfahrzeug gelöst hat, oder*
 - *durch unmittelbare Einwirkung des Turbinen- oder Propellerstrahls eines Luftfahrzeugs,*
es sei denn, dass der Geschädigte sich diese Verletzungen selbst zugefügt hat oder diese ihm von einer anderen Person zugefügt worden sind oder eine andere von dem Unfall unabhängige Ursache haben, oder dass es sich um Verletzungen von unbefugt mitfliegenden Personen handelt, die sich außerhalb der den Fluggästen und Besatzungsmitgliedern normalerweise zugänglichen Räumen verborgen hatten, oder
2. *das Luftfahrzeug oder die Luftfahrzeugzelle einen Schaden erlitten hat und*
 - *dadurch der Festigkeitsverband der Luftfahrzeugzelle, die Flugleistungen oder die Flugeigenschaften beeinträchtigt sind und*
 - *die Behebung dieses Schadens in aller Regel eine große Reparatur oder einen Austausch des beschädigten Luftfahrzeugbauteils erfordern würde,*
es sei denn, dass nach einem Triebwerkschaden oder Triebwerksausfall die Beschädigung des Luftfahrzeugs begrenzt ist auf das betroffene Triebwerk, seine Verkleidung oder sein Zubehör, oder dass der Schaden an einem Luftfahrzeug begrenzt ist auf Schäden an Propellern, Flügelspitzen, Funkantennen, Bereifung, Bremsen, Beplankung oder auf kleinere Einbeulungen oder Löcher in der Außenhaut, oder
3. *das Luftfahrzeug vermisst wird oder nicht zugänglich ist.*

1.2 Unfälle in Deutschland

Jedes Jahr ereignen sich in Deutschland zahlreiche Störungen und Unfälle mit Luftfahrzeugen. Unfälle in der Zivilluftfahrt werden von der Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) untersucht, Unfälle im militärischen Bereich vom General Flugsicherheit der Bundeswehr. Nach der offiziellen Statistik der BFU ereigneten sich im Jahr 2020 insgesamt 152 Unfälle mit zivilen Luftfahrzeugen. Hierbei wurden 31 Personen tödlich und 37 Personen schwer verletzt. Einen kurzen Überblick soll die Jahresstatistik der BFU für 2018–2020 zu Unfällen in der Zivilluftfahrt in Deutschland (in verkürzter Fassung) geben:

Tabelle 2:

Fluggerät	Unfälle			Anzahl Schwerverletzte			Anzahl tödlich Verunglückter		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Flugzeuge > 5,7 t	2	5	2	0	2	1	0	0	0
Flugzeuge 2 – 5,7 t	4	5	1	1	0	3	2	4	0
Flugzeuge bis 2 t	58	57	66	3	7	11	12	9	11
Hubschrauber	6	5	4	0	3	0	4	0	0
Reisemotorsegler	17	10	10	1	2	3	1	0	1
Segelflugzeuge	65	65	54	7	19	9	5	7	5
Sonstige LfZ-Arten	10	6	11	2	3	1	10	7	13
Freiballone	14	4	4	14	11	9	0	0	1
Gesamt	176	157	152	28	47	37	34	27	31

Bei kleinen Flugzeugen bis 2 t Abflugmasse und Segelflugzeugen ereignen sich die meisten Unfälle. Ursächlich waren zumeist Kontrollverluste (Loss of Control in flight, LOC-I), kontrollierter, aber unbewusster Flug gegen Gelände oder Hindernisse (Controlled flight into or towards terrain, CFIT) und Start-, Lande-, Rollbahnereignisse (bspw. Kollisionen mit Hindernissen, Verfehlen der Start- Landebahnen etc.).

Tabelle 3: Auswahl von Flugunfällen in Deutschland der letzten 40 Jahre

Datum	Ort	Beschreibung der Ereignisse
11.09.1982	Mannheim	Ein mit Fallschirmspringern besetzter CH47C-Chinook-Transporthubschrauber der US-Army stürzte auf die Autobahn A656 bei Mannheim. Auslöser war der Ausfall des Verteilergetriebes, wodurch sich die beiden gegenläufigen Rotoren verkeilten. Alle 46 Insassen kamen ums Leben.
28.08.1988	Ramstein	Während einer Flugshow im rheinland-pfälzischen Ramstein kollidierten drei Kunstflugmaschinen miteinander und stürzten teilweise in die anwesende Zuschauermenge. Das Unglück forderte 70 Todesopfer und etwa 1.000 Verletzte.
01.07.2002	Überlingen	Durch menschliches Versagen (Fehlern von Piloten und Fluglotsen) stießen eine Tupolew Tu-154 der Bashkirian Airlines und eine Boeing 757-200 DHL-Transportmaschine über Überlingen zusammen. 71 Menschen starben.
15.04.2012	Laufenselden (Hessen)	Beim Schleppflug löste sich das Schleppseil zum Segelflugzeug in geringer Höhe. Bei einer Umkehrkurve kollidierte das Segelflugzeug mit Bäumen, der Pilot kam ums Leben, eine weitere Insassin wurde schwer verletzt.
10.09.2012	Backnang-Heiningen	Kurz nach dem Start zu einem Rundflug geriet die einmotorige Robin DR 400 in die Wirbelschlepppe eines zuvor gestarteten Flugzeuges, drehte sich daraufhin über die Längsachse und stürzte neben die Rollbahn. Das Flugzeug fing anschließend Feuer, drei Insassen wurden tödlich, ein Insasse schwer verletzt. Da der Unfall im Rahmen einer Flugschau geschah, waren Rettungskräfte unmittelbar vor Ort.
23.06.2014	Sauerland (NRW)	Bei einem Übungsflug kollidierte eine Eurofighter Typhoon der Luftwaffe mit einem Learjet 35 der Gesellschaft für Flugzieldarstellung. Der Learjet stürzte ab und beide Insassen starben.

Tabelle 3: Auswahl von Flugunfällen in Deutschland der letzten 40 Jahre – Fortsetzung

Datum	Ort	Beschreibung der Ereignisse
12.04.2015	Oldenburg-Hatten (Niedersachsen)	Absturz einer Cessna F 172N mit 4 Insassen direkt an der Autobahn A28. Der Pilot wurde tödlich verletzt, die 3 weiteren Insassen wurden schwer verletzt und mussten durch die Feuerwehr teilweise aus dem Flugzeug befreit werden. Die Unfallstelle ist auf dem Umschlagbildes des Buches abgebildet.
11.08.2015	Oberfranken (Bayern)	Ein US-Kampffjet vom Typ F-16 stürzte aufgrund technischer Probleme in einem Waldstück ab, der Pilot konnte sich mit dem Schleudersitz retten. Vor dem Absturz hatte der Pilot noch die Zusatztanks und Übungsbomben auf freiem Feld abgeworfen.
23.08.2015	Dittingen (Schweiz)	Bei einer Flugshow kollidierten zwei Ultraleichtflugzeuge vom Typ Ikarus C42. Beide Maschinen stürzte ab, wobei ein Pilot ums Leben kam. Der Pilot der zweiten Maschine überlebte Dank des verbauten Gesamtrettungssystems.
24.06.2019	Mecklenburg-Vorpommern	Zwei Eurofighter Typhoon der Luftwaffe kollidierten in der Luft. Beide Piloten können den Schleudersitz betätigen, jedoch konnte nur einer lebend aus einer Baumkrone gerettet werden.
01.07.2019	Landkreis Hameln-Pyrmont	Ein Schulungshubschrauber der Bundeswehr vom Typ Eurocopter EC135 stürzte in ein Getreidefeld. Die Pilotin kam ums Leben, ein Insasse wurde schwer verletzt.
16.08.2020	St. Goar/Biebrunnheim	Bei der Landung eines Heißluftballons kam es aufgrund starker Winde zum mehrmaligen Aufprall des Korbes auf dem Boden. Hierbei wurden einige Passagiere und der Ballonführer aus dem Korb geschleudert. Der Ballonführer wurde tödlich verletzt, die Passagiere schwer.
23.03.2022	Sankt Augustin – Hangelar (NRW)	Beim Startvorgang rollte eine Cessna über die angrenzenden Bahngleise, überschlug sich dabei und kam in einem Garten zum Erliegen. 2 Personen wurden verletzt.

1.3 ICAO und Gesetzliche Grundlagen

Die Internationale Zivilluftfahrtorganisation (ICAO), eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen, sorgt dafür, dass Luftfahrzeuge weltweit den höchsten Sicherheitsstandards genügen. Die ICAO wurde 1944 gegründet mit dem Ziel, den zivilen Luftverkehr auf internationaler Ebene zu standardisieren. Deutschland ist der ICAO im Jahr 1956 beigetreten und wird durch eine ständige Delegation des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur vertreten. Zu den wichtigsten Aufgaben der Organisation gehören:

- Erarbeiten und Festlegen von verbindlichen Standards für die Luftfahrt, die von den Mitgliedsländern umgesetzt werden müssen,
- Regelung der internationalen Verkehrsrechte, der Freiheiten der Luft,
- Entwicklung von Infrastrukturen,
- Erarbeitung von Empfehlungen und Richtlinien, wie zum Beispiel der »ICAO-Brandschutzkategorie«,
- Zuteilung der ICAO-Codes für Länder und Flugzeugtypen,
- Entwicklung eines Standards für maschinenlesbare Reisedokumente,
- Definition der Grenzwerte für Fluglärmemissionen.

In der zuvor genannten Richtlinie »ICAO-Brandschutzkategorie« werden die Mindestanforderungen festgelegt, um ausreichend Personal und eine angemessene Ausstattung (bspw. für Löscharbeiten) am jeweiligen Flugplatz, Flughafen, Hubschrauberlandeplatz oder Sonderlandeplatz vorzuhalten. Dazu bedarf es einer Betrachtung und Einteilung der dort startenden und landenden Luftfahrzeuge gemäß ihrer Größenklasse nach ICAO Annex 14, Tabelle 2-1 und 2-2. In der Richtlinie werden die Flugzeuge zunächst anhand ihrer Länge eingestuft. Weitere Parameter sind die Rumpfbreite sowie die Unterscheidung zwischen Passagier- und Frachtflugzeug. Die höchste Brandschutzkategorie für Passagierflugzeuge ist die Kategorie 10, die für Frachtmaschinen die Kategorie 7. Eine geringere Einstufung eines Frachtflugzeuges im Vergleich zu einem Passagierflugzeug begründet sich aufgrund der Tatsache, dass bei einem Unfall nur im Bereich des Cockpits mit einer Menschenrettung gerechnet werden muss und somit weniger Kräfte vorgehalten werden müssen. Nach der Einteilung bzw. Bestimmung der Brandschutzkategorie werden durch die Richtlinie die Mindestanforderungen an die Vorhaltung der Technik, des Löschmittels und Fördermengen gestellt.

Beispielhaft sei hier der Flughafen »Musterstadt« genannt. Aufgrund der dort verkehrenden Flugzeuge (A330-220, Boeing 737-900ER) mit einer max. Länge von

61 Metern und einer größten Rumpfbreite von sieben Metern wird der Flughafen in die Brandschutzkategorie 8 eingestuft. Folgende Anforderungen ergeben sich daher aus der ICAO:

- mobile Wassermenge: 18.200 Liter;
- Auswurfrate: 7.200 Liter/Minute; davon erstes Fahrzeug 50 Prozent der Auswurfrate;
- Zusatzlöschmittel Pulver: 450 Kilogramm;
- mindestens drei Hauptlöschfahrzeuge;
- Reaktionszeit: maximal drei Minuten (Hilfsfrist nach ICAO).

Tabelle 4:

Kategorie Passagierflugzeuge	Kategorie Frachtflugzeuge	Rumpfbreite	Gesamtlänge Flugzeug
1	1	2 m	bis 9 m
2	2	2 m	9 bis 12 m
3	3	3 m	12 bis 18 m
4	4	4 m	18 bis 24 m
5	5	4 m	24 bis 28 m
6	5	5 m	28 bis 39 m
7	6	5 m	39 bis 49 m
8	6	7 m	49 bis 61 m
9	7	7 m	61 bis 76 m
10	7	8 m	76 bis 90 m

Die Vorgaben der ICAO gelten bei Flughäfen ab der Brandschutzkategorie 3. Für Flughäfen/Flugplätze der Kategorie 1 und 2 werden durch die ICAO Empfehlungen gegeben, die über die länderspezifischen Richtlinien hinausgehen, allerdings durch nationales Recht geregelt sind. In der Bundesrepublik Deutschland regeln die Bundesländer und die verantwortlichen Ministerien durch Gesetze, Verordnungen und Erlasse den jeweiligen Umgang mit Flugplätzen der Kategorien 1 und 2. In einer Richtlinie aus dem Jahre 1983 »Feuerlösch und Rettungswesen auf Landeplätzen« wurde den Ländern/Landeplatzhaltern eine Leitlinie an die Hand gegeben, in der eine Mindestvorhaltung an Ausrüstung und Rettungsgerät festgelegt wurde.

Die kleineren Landeplätze und Flughäfen werden meist in den Alarm- und Ausrückordnungen der Kommunen integriert und die Hilfsfristen des jeweiligen

Bundeslandes sind entsprechend einzuhalten. Beispielsweise gilt in Hessen eine Hilfsfrist von zehn Minuten. In einem gemeinsamen Runderlass sind Einsatzstichworte festgelegt, aus denen sich die einsatztaktischen Parameter ergeben. Demnach wird bei einem Flugunfall mit einem Kleinflugzeug, einer Sportmaschine, einem Segelflieger, einem Hubschrauber, einer Militärmaschine o. Ä. festgelegt, dass mindestens zwei Gruppen, 2.500 Liter Wasser, 240 Liter Schaum, vier Atemschutztrupps, ein technischer Hilfeleistungssatz, ein Einsatzleitwagen sowie ein Notarzt und ein Rettungswagen zu alarmieren sind. Dies ist eine Mindestvorgabe an die Kommune, welche es umzusetzen gilt. Je nach Lage und Örtlichkeit kann es zu umfangreicheren Alarmierungen kommen. Prinzipiell bleibt für die Einsatzplanung festzuhalten, dass die Umsetzung der Alarmierung und Vorgaben bei Flugplätzen der Kategorie 1 und 2 in jedem Bundesland unterschiedlich sein werden. Man muss sich mit den gesetzlichen Grundlagen der jeweiligen Bundesländer vertraut machen und sich in Bezug auf Vorgaben, Erlasse, Richtlinien etc. mit den zuständigen Ministerien und Brandschutzdienststellen abstimmen.

Für Betreiber von Heliports, also Helikopterlandeplätzen, gibt die ICAO ebenfalls eine Mindestmenge an Löschmittel und Sonderlöschmittel vor. Diese liegt laut ICAO Annex 14, Tabelle 6-1, Volume II bei den nachfolgenden Werten:

Tabelle 5:

ICAO Kategorie	Rumpflänge/Rotorkreisdurchmesser	Löschmittelmenge vorzuzulassen
H1	bis 15 m	2.500 l Wasser/45 kg Trockenlöschmittel
H2	15 bis 24 m	5.000 l Wasser/45 kg Trockenlöschmittel
H3	24 bis 35 m	8.000 l Wasser/45 kg Trockenlöschmittel

1.4 Aufbau von Flugzeugen und verwendete Materialien

Es soll nun ein kurzer Überblick über den Aufbau eines Flugzeuges und die verwendeten Materialien erfolgen. Dieses Kapitel ist zwar bewusst kurzgehalten, trotzdem aber wichtig für den Einstieg und für das Verständnis später genutzter Begrifflichkeiten. Über die Jahrzehnte haben sich viele verschiedene Flugzeugkonstruktionen etabliert. Im Grunde besitzen jedoch alle die gleichen Hauptkomponen-

ten: Im Flugzeugrumpf sind sowohl Kabine und Cockpit untergebracht, die Tragflächen sorgen für den nötigen Auftrieb und beinhalten oft auch den Tank des Flugzeuges. Die Leitwerke am Heck des Flugzeuges sorgen für die aerodynamische Stabilität, die Ruder dienen zur Steuerung des Flugzeuges. Außerdem sind die Triebwerke vorhanden, um den benötigten Vortrieb zu leisten.

Flugzeugrumpf

Der Rumpf bildet die zentrale Einheit des Fluggerätes. Im vorderen Teil, der auch als Bug bezeichnet wird, findet sich das Cockpit. Dahinter schließt die Kabine an, in welcher die Passagiere und Fracht bzw. das Gepäck untergebracht sind. Bei größeren Flugzeugen sind auch Küchen oder Toiletten vorhanden. Außerdem kann die Kabine auch in mehrere horizontale Ebenen unterteilt sein. Der Rumpf muss nicht nur ausreichend Platz für Technik, Passagiere und Fracht bieten. Er muss auch aerodynamisch geformt sein und über eine hohe Festigkeit verfügen, da die nachfolgenden Komponenten an ihm befestigt werden.

Tragflächen

Die Tragflächen, auch Flügel genannt, sorgen für den nötigen Auftrieb des Flugzeuges. Sie sind an der Flügelwurzel fest mit dem Rumpf verbunden und sind in der Regel aus Holmen und Flügelrippen aufgebaut, welche anschließend bespannt oder beplankt werden.

Die Tragflächen haben aber auch noch weitere Funktionen. So beinhalten sie bei vielen – vor allem großen – Flugzeugen die Kraftstofftanks. Auch sind an den Tragflächen Steuersysteme wie die Querruder angebracht. Die Querruder dienen dazu, dass das Flugzeug über die Längsachse »rollen« kann. Weiter sind an den Tragflächen auch Brems- und Landeklappen untergebracht. Hinzu kommt, dass bei vielen Flugzeugkonstruktionen auch Triebwerke und das Fahrwerk an den Tragflächen montiert sind. Auch bei Hubschraubern können Tragflächen vorkommen. Diese dienen jedoch selten zur Erzeugung von Auftrieb, sondern eher zum Tragen von Lasten.

Leitwerke

Am Heck eines Flugzeuges befindet sich das sogenannte »Leitwerk«. Dieses hat die Funktion, das Flugzeug in der Luft zu stabilisieren und ermöglicht zusätzliche Steuerung. Es besteht aus dem vertikalen Seitenleitwerk und dem horizontalen Höhenleitwerk. Das Seitenleitwerk wiederum besteht aus einer feststehenden Seitenflosse und einem beweglichen Seitenruder. Es ermöglicht die Steuerung des Flugzeuges über die Hochachse (sog. »Gieren« (Yaw)). Das Höhenleitwerk