

# **Anlage B-S zu LBTH 70**

**Lufttüchtigkeitsstandard LTS-S**

**für**

**Flächenflugmodelle (Starrflügler)**

**mit einer**

**Flugmasse über 25 kg bis einschließlich 150 kg**

## Inhaltsverzeichnis

<b>TEIL 1</b>	<b>4</b>
<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>4</b>
<b>TOLERANZEN</b>	<b>4</b>
<b>TEIL 2 - LUFTTÜCHTIGKEITSANFORDERUNGEN</b>	<b>5</b>
<b>1. GELTUNGSBEREICH</b>	<b>5</b>
1.1. ALLGEMEINES	5
1.2. MASSEGRENZEN:	5
1.3. FLÄCHENBELASTUNGEN	5
<b>2. BETRIEBSVERHALTEN</b>	<b>5</b>
2.1. ALLGEMEINES	5
2.1.1. STEUERBARKEIT	5
2.1.2. NACHWEISMETHODEN	5
2.1.3. UMFANG DER NACHWEISE	6
2.2. GRENZEN DER LASTVERTEILUNG	6
2.3. MASSEGRENZEN	6
2.3.1. HÖCHSTZULÄSSIGE STARTMASSE	6
2.3.2. LEERMASSE	6
2.4. BODENVERSUCHE	6
2.4.1. SCHWERPUNKTLAGE	6
2.4.2. NACHGIEBIGKEIT DER STEUERUNG	6
2.4.3. FUNKTIONSVERSUCHE UND REICHWEITENTEST	6
2.5. START- UND LANDESTRECKEN	7
2.6. STEUERBARKEIT UND STABILITÄT	7
2.7. ÜBERZIEHVERHALTEN	7
2.8. SCHNELLFLUG	7
2.9. FLATTERN	7
<b>3. FESTIGKEIT</b>	<b>7</b>
3.1. LASTEN	7
3.2. NACHWEIS DER FESTIGKEIT	7
3.3. LASTVIELFACHE - FLUGMODELLKATEGORIE	8
3.4. NACHWEISFÜHRUNG UND VERSUCHE	8
3.4.1. TRAGWERK	8
3.4.2. LEITWERKE UND DEREN BEFESTIGUNG	8
3.4.3. RUMPF	8
3.4.4. STEUERUNG	9
3.4.5. RUDERSCHARNIERE	9
3.4.6. MOTORBEFESTIGUNG	9
3.4.7. FAHRWERK (SIEHE AUCH AMC 3.4.7.)	9
3.4.8. FESTIGKEITSVERBAND SCHLEPPKUPPLUNG	9
3.4.9. SONSTIGE EINBAUTEN	9
<b>4. TRIEBWERKSANLAGE</b>	<b>10</b>
4.1. BEMESSUNG	10
4.2. GESTALTUNG	10
4.3. BRANDVERHÜTUNG	10
4.4. SCHWINGUNGEN	10

4.5. ZÜNDANLAGE	10
4.6. BETRIEBSVERHALTEN (SIEHE AUCH AMC 4.6.)	10
4.7. AUSPUFFANLAGE, SCHUBROHR(E)	10
4.8. ABSTELLEN DER TRIEBWERKSANLAGE	10
4.9. KRAFTSTOFFANLAGE	10
4.10. KAPAZITÄT DER BETRIEBSMITTEL	11
4.11. KRAFTSTOFFBEHÄLTER	11
4.12. SIEBE UND FILTER	11
4.13. LEITUNGEN UND SCHLÄUCHE	11
<b>5. PROPELLER</b>	<b>11</b>
5.1. ALLGEMEINES	11
5.2. EIGNUNG	11
5.3. BETRIEBSVERHALTEN (SIEHE AUCH AMC 5.3.)	11
5.4. SICHERUNG	11
5.5. SCHWINGUNGEN	12
<b>6. ELEKTRISCHE ANLAGE</b>	<b>12</b>
6.1. DOKUMENTATION	12
6.2. BELASTBARKEIT (SIEHE AUCH AMC 6.2.)	12
6.3. VERBINDUNGEN	12
6.4. ENERGIEVERSORGUNG	12
6.5. ENERGIEBILANZ	12
6.6. ZUSATZFUNKTIONEN	12
6.7. DRÄHTE UND LEITUNGEN	12
6.8. HAUPTSCHALTER	12
<b>7. FERNSTEUERUNGSANLAGE</b>	<b>13</b>
7.1. ALLGEMEINES	13
7.2. SCHWINGUNGEN	13
7.3. ANTENNE(N)	13
7.4. REICHWEITENTEST	13
<b>8. GESTALTUNG UND BAUAUSFÜHRUNG</b>	<b>13</b>
8.1. ALLGEMEINES (SIEHE AUCH AMC 8.1.)	13
8.2. HERSTELLUNGSVERFAHREN	13
8.3. ELEKTRISCHE ÜBERBRÜCKUNG	13
8.4. VORKEHRUNGEN ZUR ÜBERPRÜFUNG	14
8.5. NIVELLIERMARKEN	14
8.6. LEITWERKE	14
8.6.1. EINBAU	14
8.6.2. RUDER	14
8.7. STEUERUNG	14
<b>9. LÄRM</b>	<b>14</b>
<b>10. MINDESTAUSRÜSTUNG</b>	<b>14</b>
<b>11. ANWEISUNGEN FÜR BETRIEB UND INSTANDHALTUNG</b>	<b>14</b>
11.1. FLUGHANDBUCH	15
11.2. WARTUNGSHANDBUCH (SIEHE AUCH AMC 11.2.)	15
11.3. BETRIEBSAUFZEICHNUNGEN	15

## Teil 1

### Einleitung

Diese Bauvorschrift dient als Grundlage für die Feststellung der Betriebssicherheit von Flächen-Flugmodellen mit einer höchstzulässigen Abflugmasse über 25 kg bis einschließlich 150 kg. Die einzelnen Anforderungen müssen - soweit es die Konfiguration und Auslegung zulässt - erfüllt werden.

### Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Beschreibung
b	Spannweite
dB(A)	Maß für den Lärmpegel des A-bewerteten Geräusches des Flugmodells
idgF	In der geltenden Fassung
kg	Kilogramm
L <sub>Amax</sub>	Maximaler Schallpegeldruck des A-bewerteten Geräusches des Flugmodells
LFG	Luftfahrtgesetz
LBTH	Luft- und Betriebstüchtigkeitshinweis
VSTOL	Very Short Take-Off and Landing

### Toleranzen

Sofern nicht anders angegeben sind Toleranzen von  $\pm 5\%$  einzuhalten.

## Teil 2 - Lufttüchtigkeitsanforderungen

### 1. Geltungsbereich

#### 1.1. Allgemeines

Diese Lufttüchtigkeitsforderungen gelten für ferngesteuerte Flugmodelle nach LFG 2013 § 24c (4) mit Flächen zur Erzeugung des dynamischen Auftriebs, der nicht durch Relativbewegung dieser Flächen gegenüber der sonstigen Flugzeugstruktur zustande kommt.

#### 1.2. Massegrenzen:

Diese Lufttüchtigkeitsforderungen gelten für ferngesteuerte Flugmodelle nach LFG 2013 § 24c (4) mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg.

#### 1.3. Flächenbelastungen

Das maximal zulässige Verhältnis von Masse zur Flügelfläche ist für

- Segelflugmodelle u. Motorsegler: 30 [kg/m<sup>2</sup>] (= 300 [g/dm<sup>2</sup>])
- Motorflugmodelle: 60 [kg/m<sup>2</sup>] (= 600 [g/dm<sup>2</sup>])

Abweichungen zu den oben genannten Höchstwerten können von der Behörde genehmigt werden wenn nachgewiesen wird, dass damit die Sicherheit nicht gefährdet wird. Gegebenenfalls hat die Behörde entsprechende Auflagen und Betriebseinschränkungen zu veranlassen.

### 2. Betriebsverhalten

#### 2.1. Allgemeines

##### 2.1.1. Steuerbarkeit

Das Flugmodell muss sicher steuerbar und ausreichend wendig sein und zwar:

- a) beim Start,
- b) im Fluge (einschließlich Steigflug, Horizontalflug und Sinkflug),
- c) bei der Landung,
- d) beim Rollen am Boden.

Bei Vorhandensein von aerodynamisch wirkenden Einrichtungen wie Klappen, Vorflügel Sturzflugbremsen etc. ist deren Stellung in den einzelnen Nachweisen anzugeben.

##### 2.1.2. Nachweismethoden

Der Nachweis, dass das Flugmodell den in diesem Abschnitt festgelegten Forderungen entspricht, ist durch geeignete Flugversuche und, soweit anwendbar, durch Rollversuche zu führen.

### **2.1.3. Umfang der Nachweise**

Wenn nicht anders angegeben, müssen die einzelnen Forderungen dieses Abschnitts mit allen kritischen Kombinationen von Gewicht und Schwerpunktlagen innerhalb des Bereichs der Beladungszustände, für die die Zulassung gewünscht wird, nachgewiesen werden. Der Nachweis ist für alle Zustandsformen (z.B. Luftbremsen, Flügelklappen, Vorflügel, abwerfbarer Ballast, Bremsfallschirm, Schleppflug etc.), in denen das Flugmodell betrieben werden soll, zu erbringen.

### **2.2. Grenzen der Lastverteilung**

Die Gewichts- und Schwerpunktbereiche, innerhalb derer das Flugmodell sicher betrieben werden kann, müssen in den Betriebsunterlagen festgelegt werden.

### **2.3. Massegrenzen**

#### **2.3.1. Höchstzulässige Startmasse**

Die höchstzulässige Startmasse muss so festgesetzt werden, dass sie nicht größer als die vom Antragsteller für sämtliche Punkte dieser Richtlinie nachgewiesene Startmasse ist.

#### **2.3.2. Leermasse**

Die Leermasse des Flugmodells beinhaltet den fest eingebautem Ballast und die festgelegte Ausrüstung. Diese Leermasse muss so definiert sein, dass sie jederzeit wieder hergestellt und zur Schwerpunktbestimmung benutzt werden kann. Treibstoff wird als Zuladung betrachtet.

### **2.4. Bodenversuche**

#### **2.4.1. Schwerpunktlage**

Mit der unter 2.3.2. festgelegten Leermasse ist die zugehörige Leermassen-Schwerpunktlage zu ermitteln und zu dokumentieren.

#### **2.4.2. Nachgiebigkeit der Steuerung**

Die Nachgiebigkeit der gesamten Steuerungsanlage und allfälliger Lagerspiele ist so gering wie möglich zu halten, um Flattern weitgehend auszuschließen. Das zulässige Höchstmaß darf bei maximalem Drehmoment der jeweiligen Rudermaschine maximal 10 % des halben Rudermaschinendrehwinkels betragen.

#### **2.4.3. Funktionsversuche und Reichweitentest**

Vor Beginn der Flugversuche müssen alle Bodenfunktionsversuche durchgeführt sein. Insbesondere ist die einwandfreie Übertragung der Signale der Sendeanlage zur Empfängeranlage und den jeweiligen Steuerelementen des Modells zu prüfen.

Gleiches gilt auch für eine an Bord befindliche Sendeeinrichtung, sofern vorhanden.

Die elektromagnetische Verträglichkeit zu sämtlichen elektronischen Anlagen ist untereinander zu prüfen.

## 2.5. Start- und Landestrecken

Folgende Werte für Start und Landung sind zu ermitteln und zu dokumentieren:

- a) Startstrecke vom Stillstand bis zum Überfliegen eines 5 m hohen Hindernisses,
- b) Landestrecke von 5 m Höhe bis zum Stillstand (siehe auch AMC 2.5.).

## 2.6. Steuerbarkeit und Stabilität

Das Modell muss in allen Konfigurationen und Kombinationen von Ruder- und Klappenstellungen, mit aus- und eingefahrenem Fahrwerk, bei mehrmotorigen Modellen mit ausgefallenem kritischen Motor und in allen kritischen Massen- und Schwerpunktkombinationen ein derart eigenstabiles Flugverhalten aufweisen, dass es ohne übermäßige Geschicklichkeit des Piloten sicher betrieben werden kann. Die Steuerbarkeit ist durch ausreichend schnelle Kursänderungen in alle Richtungen und ausreichend schnelle Rollbewegungen um die Längsachse nachzuweisen.

## 2.7. Überziehverhalten

Das Überziehverhalten muss bei vorderster und hinterster Schwerpunktlage untersucht und dokumentiert werden:

- a) im Geradeausflug mit waagrecht gehaltenen Tragflächen,
- b) im Kurvenflug mit ca. 45° Querneigung.

Es muss dabei möglich sein, den normalen Horizontalflug wieder herzustellen, ohne dass eine nicht beherrschbare Neigung zum Trudeln auftritt.

Bei motorgetriebenen Modellen ist das Trudelverhalten in den Fällen a) und b) bei Leerlauf und bei maximaler Dauerleistung (-Schub) zu untersuchen.

## 2.8. Schnellflug

Es muss möglich sein, bei maximaler Dauerleistung (Schub) sämtlicher Motoren einen stationären Flug mit einer Bahnneigung zwischen 10 und 12° durchzuführen.

## 2.9. Flattern

Im gesamten Betriebsbereich darf kein Flattern auftreten.

# 3. Festigkeit

## 3.1. Lasten

Die Festigkeitsforderungen sind durch die Angabe von sicheren Lasten (die höchsten im Betrieb zu erwartenden Lasten) und Bruchlasten (die sicheren Lasten multipliziert mit den unter 3.2. angegebenen Sicherheitszahlen) festgelegt.

## 3.2. Nachweis der Festigkeit

Für den Festigkeitsverband muss in Bauteilversuchen nachgewiesen werden, dass er im Stande ist, den im Betrieb zu erwartenden Lasten standzuhalten, das heißt die Sicherheitszahl beträgt  $j = 1,0$ . Bei rechnerischer Nachweisführung beträgt die Sicherheitszahl  $j = 1,5$ .

### 3.3. Lastvielfache - Flugmodellkategorie

Folgende, sichere Abfanglastvielfache sind einzusetzen:

- a) nicht kunstflugtaugliche Flugmodelle
  - (1) ohne Antrieb (Segelflugmodelle):  $n = + 5,3$  und  $-1,5$
  - (2) mit Antrieb (Motorflugmodelle):  $n = + 4,0$  und  $-1,5$
- b) Modelle für einfachen Kunstflug (Rolle, Looping, Turn, usw.)
  - (1) ohne Antrieb (Segelflugmodelle):  $n = + 7,0$  und  $- 5,0$
  - (2) mit Antrieb (Motorflugmodelle):  $n = + 6,0$  und  $- 3,0$
- c) Modelle für unbegrenzten Einsatz
  - (1) ohne Antrieb (Segelflugmodelle):  $n = + 8,0$  und  $- 8,0$
  - (2) mit Antrieb (Motorflugmodelle):  $n = + 8,0$  und  $- 8,0$

Darüber hinaus werden für Flugmodelle nach Kategorie 3.3. c) grundsätzlich die Werte für das sichere Abfanglastvielfache in der Musterprüfung nach dem Verfahren gemäß Anhang 1 bestimmt.

### 3.4. Nachweisführung und Versuche

Der Nachweis ausreichender Festigkeit ist entweder

- (1) durch eine anerkannte, dem Stand der Technik entsprechende rechnerische Methode, oder
- (2) wenn für die gewählte Bauweise keine oder unzureichende Erfahrung vorliegt, durch Belastungsversuche durchzuführen

#### 3.4.1. Tragwerk

Wird der Bauteilversuch nur mit dem Tragwerk, bzw. einer Flügelhälfte durchgeführt, so ist die Flügelbefestigung am Rumpf bzw. die Flügelverbindung möglichst genau der Wirklichkeit anzupassen.

Die tatsächlich im Betrieb auftretende Belastung kann

- a) durch eine treppenförmige Belastung (siehe auch AMC 3.4.1.a.), oder
- b) durch eine Einzellast, deren Angriffspunkt bei  $y = (2 \cdot B) / (3 \cdot \pi)$  liegt ( $b =$  Spannweite)

aufgebracht werden.

#### 3.4.2. Leitwerke und deren Befestigung

Für alle Leitwerke sind Belastungsversuche mit sicherer Last durchzuführen. Für die Ermittlung der Lasten siehe Anhang B.

#### 3.4.3. Rumpf

Für den Rumpf ist ein Bauteilversuch mit dem kritischen Lastfall aus

- a) der höchsten Höhenleitwerkslast,
- b) der höchsten Seitenleitwerkslast und
- c) der kritischen Belastung aus Landefällen

durchzuführen.

#### **3.4.4. Steuerung**

Steuergestänge, deren Verbindungsglieder und die Befestigung von Steuerungselementen (Servos und dergleichen) sind so auszulegen, dass die Momente und Kräfte, zum Beispiel aus den Servos, mit der Sicherheit von  $j = 2,0$  aufgenommen werden können. Werden nicht metallische, aus thermoplastischen Kunststoffen hergestellte Bauteile eingesetzt, so ist ein Nachweis gemäß 3.4.5. zu führen.

#### **3.4.5. Ruderscharniere**

Der Dauerfestigkeit der Ruderscharniere ist besondere Bedeutung beizumessen. Es dürfen nur Bauteile verwendet werden, deren Festigkeit bei einer Änderung der Temperatur nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Sind diese nicht aus Metall gefertigt, so ist die Eignung in Bauteilversuchen nachzuweisen, wobei ein Temperaturbereich von  $- 10\text{ °C}$  bis  $+ 40\text{ °C}$  untersucht werden muss.

#### **3.4.6. Motorbefestigung**

Der Motorträger und seine Aufhängung müssen so bemessen sein, dass sie allen Lasten aus dem Flugbetrieb bei den unter 3.3. angegebenen Beschleunigungen multipliziert mit  $j = 1,2$  standhalten. Der Nachweis ausreichender Festigkeit in horizontaler Richtung ist durch eine Last die dem 1,5-fachen maximalen Standschub entspricht durchzuführen, für seitlich wirkende Belastung ist als Last das Gewicht des Motors multipliziert mit dem Faktor 1,47 bei Kategorie a) und Faktor 2,0 bei Kategorie b) und c) nach Punkt 3.3. anzuwenden.

#### **3.4.7. Fahrwerk (siehe auch AMC 3.4.7.)**

Eine ausreichende Festigkeit des Fahrwerks ist durch einen Fallversuch (drop test) bei maximaler Abflugmasse des Modells aus 12 cm Fallhöhe nachzuweisen.

#### **3.4.8. Festigkeitsverband Schleppkupplung**

Die Schleppkupplung muss für eine sichere Last von 50 % des Höchstgewichts des Schleppflugzeugs oder des geschleppten Segelflugzeugs bemessen sein, die in einem Winkel von  $90^\circ$  zur Symmetrieebene des Flugzeugs angreift.

Folgende Zugrichtungen sind zusätzlich jeweils mit der 0,75-fachen Last des höchsten Abfluggewichts zu prüfen:

- a) nach vorne in horizontaler Richtung,
- b) in der Symmetrieebene von der Horizontalen aus gemessen  $20^\circ$  nach vorne aufwärts,  $40^\circ$  nach vorne abwärts und  $30^\circ$  nach vorne seitwärts.

Der Rumpf darf keine Auffälligkeiten wie Verformungen, Risse und dergleichen während und nach den Tests aufweisen. Die Kupplung muss das Seil sicher halten und beim Ausklinken unter Last sicher freigeben.

#### **3.4.9. Sonstige Einbauten**

Alle sonstigen Einbauten wie beispielsweise Batterien Akkus, Tanks etc. müssen hinsichtlich ihrer Halterungen so bemessen sein, dass sie die auftretenden Beschleunigungen nach 3.3. ohne zu versagen aufnehmen können. Zusätzlich müssen sie Lasten des 2,0-fachen ihres Gewichts in horizontaler und seitlicher Richtung standhalten.

## **4. Triebwerksanlage**

### **4.1. Bemessung**

Die Triebwerksanlage muss hinsichtlich ihrer Leistung ausreichend bemessen sein. Es dürfen nur Motore mit gutem Laufverhalten verwendet werden. Im eingebauten Zustand müssen die Motore für die Wartung leicht zugänglich sein. Eine gute Kühlung muss gewährleistet sein.

### **4.2. Gestaltung**

Der Antrieb darf keine Gestaltungsmerkmale aufweisen, die erfahrungsgemäß gefährlich oder unzuverlässig sind.

### **4.3. Brandverhütung**

Durch entsprechende Gestaltung und Bauausführung des Antriebs und der Zuleitungen und die Wahl geeigneter Werkstoffe ist die Wahrscheinlichkeit auftretender Brände so gering wie möglich zu halten (bei Verbrennungsantrieben wird die Verwendung von Absperrventilen empfohlen).

### **4.4. Schwingungen**

Der Antrieb darf im normalen Betriebsbereich keine kritischen Schwingungen erzeugen, die den Antrieb selbst, oder das Flugmodell übermäßig beanspruchen. Gegebenenfalls sind Schwingmetalle und Schwingungsdämpfer einzubauen.

### **4.5. Zündanlage**

Die Zündanlage muss ausreichende Betriebssicherheit aufweisen und darf nicht zu Störungen führen, die die Funktion der Fernsteuerungsanlage beeinträchtigen.

### **4.6. Betriebsverhalten (siehe auch AMC 4.6.)**

Die Prüfung des Betriebsverhaltens muss alle Versuche umfassen, die notwendig sind, das Verhalten des Antriebs beim Anlassen, im Leerlauf, beim Übergang bei Überdrehzahl usw. zu zeigen. Im gesamten Betriebsbereich muss eine einwandfreie Funktion und Regelbarkeit gegeben sein.

### **4.7. Auspuffanlage, Schubrohr(e)**

Die Installation der Auspuffanlage oder der(s) Schubrohre(s) muss so ausgeführt sein, dass die Anlage umgebenden Modellteile ausreichend gegenüber Hitzeabstrahlung geschützt sind. Gegebenenfalls müssen hitzebeständige Isolierungen verwendet werden.

### **4.8. Abstellen der Triebwerksanlage**

Zur Berücksichtigung der besonderen Umstände beim Flugmodellbetrieb muss gewährleistet sein, dass das(die) Triebwerk(e) mittels der Fernsteuerungsanlage jederzeit abstellbar ist(sind).

### **4.9. Kraftstoffanlage**

Die Kraftstoffanlage muss so ausgelegt sein, dass sie in der Lage ist, das Triebwerk im normalen Betriebsbereich und unter den voraussichtlichen Betriebsbedingungen ausreichend und sicher mit Kraftstoff zu versorgen.

#### 4.10. Kapazität der Betriebsmittel

Der Tankinhalt, beziehungsweise die Kapazität des Antriebsakkus muss so groß sein, dass eine Mindestflugzeit von 15 Minuten gewährleistet ist.

#### 4.11. Kraftstoffbehälter

Kraftstoffbehälter müssen in der Lage sein, ohne Versagen den Schwingungs-, Trägheits-, Flüssigkeitsbelastungen und den Beschleunigungen gemäß 3.3., denen sie im Betrieb ausgesetzt sein können, standzuhalten, und sie müssen für die besondere Anwendung geeignet sein.

#### 4.12. Siebe und Filter

- a) Zwischen Kraftstoffbehälter und Motor ist an geeigneter Stelle in der Kraftstoffleitung ein Sieb/Filter vorzusehen.
- b) Jedes Sieb bzw. jeder Filter muss für Kontrollen und zu Reinigungszwecken zugänglich angeordnet sein.

#### 4.13. Leitungen und Schläuche

Kraftstoffleitungen oder Schläuche müssen für die ihnen zugeordnete Aufgabe geeignet sein. Sie sind so einzubauen und zu befestigen, dass übermäßige Schwingungen verhindert werden und dass sie den Belastungen standhalten, die sich aus dem Kraftstoffdruck und aus den beschleunigten Flugzuständen ergeben.

Bei elektrischen Antrieben sind flexible Zuleitungskabel mit ausreichend großem Querschnitt zu verwenden. Sie müssen sicher verlegt und befestigt sein. Kabel und Steckverbindungen sind verpolungssicher zu kennzeichnen oder mit verpolungssicheren Steckverbindungen auszuführen.

### 5. Propeller

#### 5.1. Allgemeines

Propeller dürfen keine Gestaltungsmerkmale aufweisen, die erfahrungsgemäß gefährlich oder unzuverlässig sind.

#### 5.2. Eignung

- a) Die Eignung der zur Herstellung verwendeten Werkstoffe muss aufgrund von Erfahrungen oder Versuchen nachgewiesen sein.
- b) Propeller müssen unter Berücksichtigung der Angaben in den Betriebsanleitungen der Motorenhersteller für den Betrieb geeignet und gut ausgewuchtet sein.

#### 5.3. Betriebsverhalten (siehe auch AMC 5.3.)

In einem Funktionslauf ist nachzuweisen, dass der Propeller und seine Zubehörteile ohne Anzeichen von Schäden arbeiten.

#### 5.4. Sicherung

Spinner und Propeller müssen fest verbunden und gesichert sein.

## 5.5. Schwingungen

- a) Die Größe der Schwingungsbeanspruchung der Propellerblätter unter normalen Betriebsbedingungen darf den Dauerbetrieb des Flugmodells nicht gefährden.
- b) Teile des Flugmodells in der Nähe der Propellerspitzen müssen fest und steif genug sein, um Einflüssen in Folge von induzierten Schwingungen standzuhalten.

## 6. Elektrische Anlage

### 6.1. Dokumentation

Für die gesamte modellseitige elektrische Anlage ist ein Schaltplan mit Stückliste zu erstellen, in der die Art und Querschnitte der verwendeten Kabel und Leitungen angegeben sind. Diese Unterlagen sind in die Betriebsanweisung für das Modell aufzunehmen.

### 6.2. Belastbarkeit (siehe auch AMC 6.2.)

Die maximale Belastbarkeit der Leitungen darf nicht überschritten werden.

### 6.3. Verbindungen

Kabelverbindungen bzw. Anschlüsse sind wegen eventuell auftretender Schwingungen als Steck- oder Klemmverbindungen auszuführen und müssen ausreichend gegen Lösen gesichert sein.

### 6.4. Energieversorgung

Die Art der verwendeten Energieversorgung (Akkus) muss für den Verwendungszweck geeignet sein. Strombelastbarkeit und Kapazität der Versorgungseinrichtung muss so groß sein, dass eine sichere Energieversorgung für die 1,5-fache geplante Flugzeit gemäß 4.10. gegeben ist. Die Empfangsanlage muss von zwei unabhängigen Stromquellen betrieben werden. Durch eine geeignete Einrichtung muss der sichere Betrieb gewährleistet sein.

### 6.5. Energiebilanz

Eine Energiebilanz für die gesamte elektrische Anlage muss erstellt werden. Die Belastbarkeit der Stromversorgung muss so sein, dass wenigstens das 1,2-fache des maximalen Stroms aller Verbraucher zur Verfügung steht. Der Akku muss außerdem der auftretenden Spitzenbelastung standhalten.

### 6.6. Zusatzfunktionen

Zusatzfunktionen, wie Beleuchtung usw., sind an eine eigene Versorgung anzuschließen.

### 6.7. Drähte und Leitungen

Die elektrischen Leitungen müssen aus flexiblen Leitungen bestehen und in geeigneter Weise verlegt werden.

### 6.8. Hauptschalter

Für die modellseitige Anlage ist ein Hauptschalter direkt hinter den Stromquellen vorzusehen.

## 7. Fernsteuerungsanlage

### 7.1. Allgemeines

Es dürfen nur Funkanlagen verwendet werden, die den gesetzlichen Bestimmungen entsprechen. Bei der zum Einsatz kommenden Fernsteuerung dürfen keine Eigenschaften bekannt sein, die einen sicheren Betrieb beeinträchtigen. Die gesamte Anlage und alle sonstigen zugehörigen Einrichtungen müssen so gestaltet sein, dass jede Art von Versagen, sei es durch technischen Defekt, Verschleiß oder Alterung der Gesamtanlage oder Teilen davon, das nicht von vornherein als unwahrscheinlich eingestuft werden kann, weder das Flugmodell, noch den Steuernden oder Dritte gefährden kann. Gegebenenfalls sind einzelne Bauteile redundant auszuführen.

### 7.2. Schwingungen

Empfänger und Rudermaschinen müssen vibrationsgeschützt eingebaut sein.

### 7.3. Antenne(n)

Die modellseitige Antenne(n) muss(müssen) so positioniert sein, dass eine störungsfreie Signalübertragung aus jeder Richtung gewährleistet ist. Die Verlegung und Befestigung muss in sicherer Art ausgeführt sein und den Vorgaben des Herstellers entsprechen.

### 7.4. Reichweitentest

Der Reichweitentest ist gemäß Angaben des Fernsteuerungsherstellers durchzuführen. Wegen der Störunterdrückung (hold) soll beim Reichweitentest eine definierte Steuer-Aktion fortlaufend wiederholt werden.

Bei Vorhandensein oder möglichem Ausrüsten mit einer der folgenden Einrichtungen:

- Funksender (Telemetrie, Video etc.)
- Weitere Funkempfänger (Daten-Uplink)
- GPS-Empfänger

ist der durchgeführte Reichweitentest ein zweites Mal mit allen laufenden Einrichtungen (und ggf. gleichzeitig mit laufendem Antrieb) durchzuführen.

## 8. Gestaltung und Bauausführung

### 8.1. Allgemeines (siehe auch AMC 8.1.)

Das Flugmodell muss an sichtbarer Stelle ein Erkennungsschild in dauerhafter und feuerfester Beschriftung führen. Die Beschriftung beinhaltet:

- a) Name und Adresse des Eigentümers.
- b) Die von der Musterprüfung durchführenden Behörde vergebene Kennnummer des Modells.

### 8.2. Herstellungsverfahren

Die angewendeten Herstellungsverfahren müssen durchgehend einwandfreie Festigkeitsverbände ergeben.

### 8.3. Elektrische Überbrückung

Zur Vermeidung von „Knackimpulsen“ sind Metallteile, die gegeneinander reiben, elektrisch zu überbrücken.

#### **8.4. Vorkehrungen zur Überprüfung**

Es sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, dass alle Teile und Bereiche des Flugmodells, die im Rahmen der regelmäßigen Kontroll- und Wartungsarbeiten erreichbar sein müssen, zugänglich sind.

#### **8.5. Nivelliermarken**

Die für die Überprüfung der Schwerpunktlage vorgegebene Wiegelage muss definiert und entsprechende Nivelliermarken angebracht sein.

#### **8.6. Leitwerke**

##### **8.6.1. Einbau**

Bewegliche Steuerflächen müssen so angeordnet sein, dass keine Behinderung untereinander oder durch andere feste Bauteile auftreten kann, wenn eine der Flächen in ihrer äußersten Stellung festgehalten wird und die anderen über ihren vollen Ausschlagbereich bewegt werden. Diese Forderung muss auch unter sicherer Last (positiv und negativ) für alle Ausschläge über den vollen Ausschlagbereich erfüllt sein. Verformungen des Festigkeitsverbands, der die Ruderflächen trägt, sind bei sicherer Last zu berücksichtigen.

##### **8.6.2. Ruder**

- a) Ansteuerung  
Jedes Ruder sollte durch eine eigene Rudermaschine mit ausreichender Kraft- bzw. Reserve des Stellmoments angetrieben werden. Bei der Verwendung von mehr als einer Rudermaschine an einem Ruder ist deren Gleichlauf nachzuweisen.
- b) Vorkehrungen gegen Flattern (siehe auch AMC 8.6.2.)  
Alle Ruder müssen möglichst drehsteif ausgeführt sein und lediglich nur das notwendige Spiel der Ruderlagerung aufweisen. Gegebenenfalls ist zur Verhinderung von Flattern ein Massenausgleich erforderlich.

#### **8.7. Steuerung**

Alle Steuerungen und Steuerungsanlagen müssen mit der ihrer Funktion angemessenen Leichtigkeit, Zügigkeit, Zwangsläufigkeit und Spielfreiheit arbeiten, sodass sie ihre Aufgaben einwandfrei erfüllen können.

#### **9. Lärm**

Die maximale Lärmemission des Modells muss ermittelt werden (siehe auch AMC 9.).

#### **10. Mindestausrüstung**

Die Mindestausrüstung besteht aus je einer Ladekontrollanzeige für den Fernsteuersender und die Empfangsanlage.

#### **11. Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung**

Die nachfolgend beschriebenen Unterlagen und Aufzeichnungen gelten als verbindliche Unterlagen für das Flugmodell.

### **11.1. Flughandbuch**

Die Betriebsgrenzen sowie alle anderen Angaben, die das Modell kennzeichnen und für den sicheren Betrieb des Flugmodells notwendig sind, müssen im Flughandbuch aufgeführt sein. Mindestens folgende Kapitel müssen vorhanden sein (Details siehe AMC 11.1.):

- Allgemeines
- Betriebsgrenzen
- Notverfahren
- Normale Betriebsverfahren
- Flugleistungen
- Massen und Schwerpunkt
- Systembeschreibung

### **11.2. Wartungshandbuch (siehe auch AMC 11.2.)**

Das Wartungshandbuch muss alle Angaben hinsichtlich der Pflege, Kontrolle, Instandhaltung und Wartung des Flugmodells und seiner Komponenten enthalten, die zur Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit erforderlich sind.

### **11.3. Betriebsaufzeichnungen**

Die Dokumentation über durchgeführte Flüge, Instandsetzungsarbeiten und Wartungen erfolgt mittels eines Bordbuchs in Anlehnung eines in der allgemeinen Luftfahrt üblichen Bordbuchs.

## ANHANG A

### Bestimmung des sicheren Abfanglastvielfachen für Flugmodelle nach Kategorie 3.3. c)

#### A 1. Geschwindigkeitsabschätzung

Für die Berechnung der Lastvielfachen wird zunächst eine Geschwindigkeitsabschätzung nach folgendem Verfahren vorgenommen:

##### A 1.1. Modelle mit Propellerantrieb

Wenn keine Rechnung durch Erstellung einer Polare, beziehungsweise kein Diagramm der Schwebelage erstellt wurde, wird die Fluggeschwindigkeit über den bei einem wirksamen Widerstand unter der Annahme eines Widerstandsbeiwerts von  $c_w = 0,07$  notwendigen Leistungsbedarf errechnet.

$$P = W \cdot v \quad W = c_w \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot S$$

$$P = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot S \cdot v^3$$

$$v = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot P}{\rho \cdot c_w \cdot S}}$$

$$v = 2,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{P \cdot \eta_P}{S}}$$

$P$ ..... Motorleistung in [W]

$S$ ..... Flügelfläche in [m<sup>2</sup>]

$\eta_P$ ..... Wirkungsgrad f. Propellerantrieb (= 0,8 ..... angenommener Wert)

( $\rho = \rho_0 = 1,225$  [kg/m<sup>3</sup>];  $c_w = 0,07$  - angenommener Wert)

##### A 1.2. Modelle mit Jetantrieb

Bei Modellen mit Jetantrieb werden die Schubangaben des Herstellers zu Grunde gelegt, wobei ein Widerstandsbeiwert des Modells von  $c_w = 0,07$  anzusetzen ist, wenn keine weiteren Flugzeugdaten bekannt sind.

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot F_T}{\rho \cdot c_w \cdot S}}$$

$$v = 4,83 \cdot \sqrt{\frac{F_T}{S}}$$

$F_T$ ..... gesamter Nennschub in [N]

$S$ ..... Flügelfläche in [m<sup>2</sup>]

( $\rho = \rho_0 = 1,225$  [kg/m<sup>3</sup>];  $c_w = 0,07$  - angenommener Wert)

## A 2. Lastvielfache

### A 2.1. Manöverlastvielfache

Das Manöverlastvielfache errechnet sich aus der nachstehend angegebenen Formel. Für den Beiwert des Auftriebs wird angenommen:  $c_A = 1,0$

$$n = \frac{c_A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S}{2 \cdot m \cdot g}$$

- S..... Flügelfläche in [m<sup>2</sup>]  
 $c_A$ ..... Auftriebsbeiwert ( $c_A = 1$  - angenommen)  
 $\rho$ ..... Luftdichte ( $\rho = \rho_0 = 1,225$  [kg/m<sup>3</sup>])  
 $v$ ..... Modell-Geschwindigkeit gemäß A 1  
 $m$ ..... max. Abflugmasse des Modells in [kg]  
 $g$ ..... Erdbeschleunigung ( $g = 9,81$  [m/s<sup>2</sup>])

### A 2.2. Böenlastvielfache

Das Böenlastvielfache wird mit Hilfe der nachstehenden Formel und Hilfsformeln berechnet:  
 (nach CS 23.333 (c))

$$n = \pm \frac{K_g \cdot \rho_0 \cdot U_{de} \cdot v \cdot a}{2 \cdot (W/S)}$$

$$K_g = \frac{0,88 \cdot \mu_g}{5,3 + \mu_g} \quad \mu_g = \frac{2 \cdot (W/S)}{\rho \cdot \bar{C} \cdot a \cdot g}$$

$$a = \frac{\pi \cdot \Lambda}{\sqrt{\frac{\Lambda^2}{4} + 1} + 1} \quad \Lambda = \frac{b^2}{S}$$

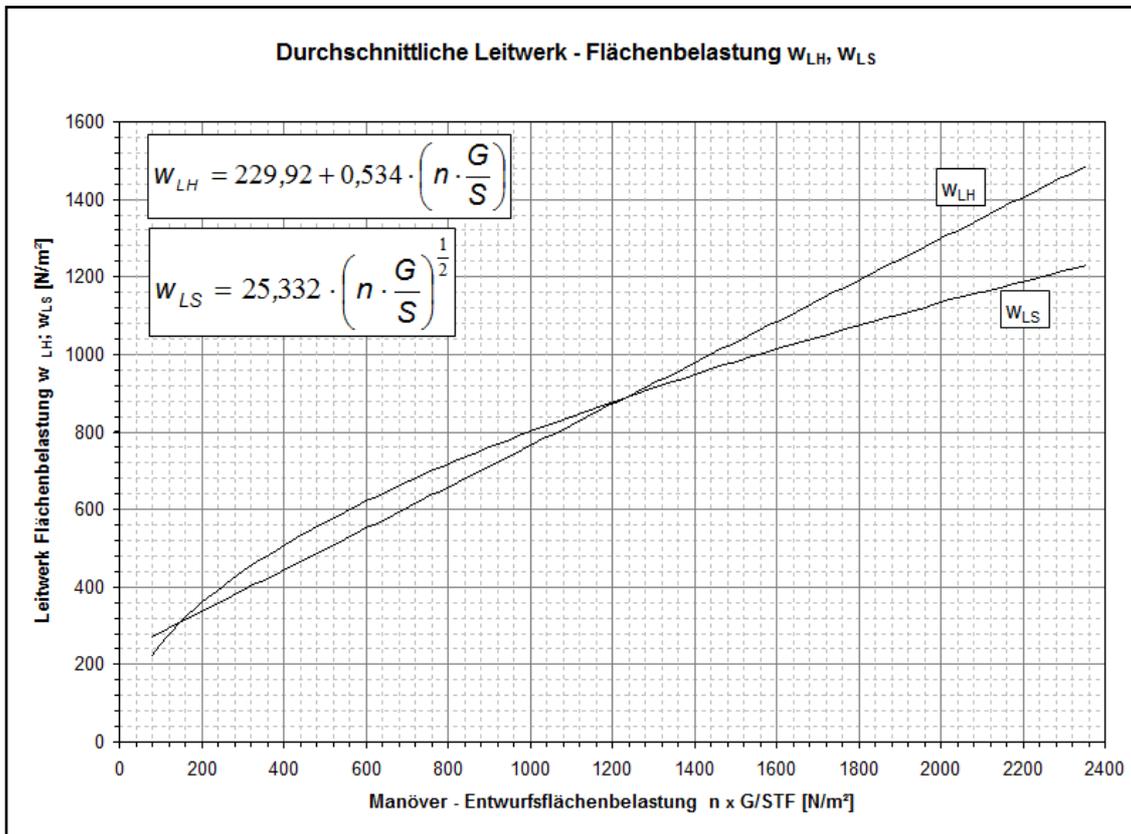
$$\bar{C} = \frac{b}{\Lambda} \quad W/S = \frac{m \cdot g}{S}$$

- $\rho_0$ ..... Luftdichte in Meereshöhe Standardbedingungen (= 1,225 [kg/m<sup>3</sup>])  
 $U_{de}$ ..... vertikale Böengeschwindigkeit gemäß CS 23.333 (c) - Es wird die geringste Böengeschwindigkeit mit 25 [ft/s] = 7,62 [m/s] zum Ansatz gebracht.  
 $\rho$ ..... Luftdichte in der betreffenden Höhe (für Flugmodelle mit  $r_0$  gleichgesetzt), (= 1,225 [kg/m<sup>3</sup>])  
 $\bar{C}$ ..... Bezugsflügeltiefe [m]  
 $g$ ..... Erdbeschleunigung ( $g = 9,81$  [m/s<sup>2</sup>])  
 $v$ ..... Modell-Geschwindigkeit gemäß A 1  
 $a$ ..... Anstieg des Auftriebsbeiwerts des Flugzeugs infolge der Anstellwinkeländerung durch Böe.  
 $b$ ..... Flügelspannweite [m]  
 $\Lambda$ ..... Flügelstreckung  
 $W/S$ ..... Flächenbelastung [N/m<sup>2</sup>] - (es ist die geringste Flächenbelastung = bei Leergewicht einzusetzen).

## ANHANG B

### Vereinfachte Bestimmung der Leitwerkslasten bei Belastungsversuchen

#### B 1. Bestimmung der durchschnittlichen Leitwerksflächenbelastung



gemäß CS-23 Appendix A, Fig. A5 umgerechnet auf ISO Einheiten  
 G/S..... Flächenbelastung in [N/m<sup>2</sup>]

#### B 2. Bestimmung der Leitwerkslasten

Gesamtlast Höhenleitwerk  $F_H$ :  $F_H = w_{LH} \cdot S_H$  [N]       $S_H$ ..... Höhenleitwerksfläche

Gesamtlast Seitenleitwerk  $F_S$ :  $F_S = w_{LS} \cdot S_S$  [N]       $S_S$ ..... Seitenleitwerksfläche

#### B 3. Lastverteilung

Verteilung in Spannweitenrichtung y nach der Verteilung der örtlichen Tiefe. In x-Richtung an 33 % hinter der Leitwerksvorderkante der jeweiligen Tiefe.

##### B 3.1. symmetrische Lastverteilung

Last zu beiden Seiten der Fugzeugsymmetrieebene 100 %.

##### B 3.2. asymmetrische Lastverteilung

Wechselweise an den Leitwerkshälften 100 % an der einen Seite, 60 % an der gegenüber liegenden Seite.

## ANHANG C

### Annehmbare Nachweisverfahren (AMC)

- AMC 2.5.** Wenn bei Flugmodellen mit Propellerantrieb im Betrieb unterschiedliche Propeller verwendet werden sollen, so ist mit jedem dieser Propeller eine Startstreckenmessung erforderlich. Der größte ermittelte Startstrecke ist maßgebend für die Zulassung. Alle Motor/Propellerkonfigurationen die bessere Werte ergeben dürfen im Betrieb ebenfalls verwendet werden. Die Zulassung zur Verwendung dieser Kombinationen muss in den Betriebsunterlagen ausgewiesen werden.  
Bei Segelflugmodellen und nicht eigenstartfähigen Motorseglern ist ein Nachweis der Startstrecke nicht erforderlich
- AMC 3.4.1.a.** Bei den Belastungsversuchen an Tragwerken darf von einer elliptischen Lastverteilung ausgegangen werden. Unter besonderen Umständen, wie extreme Flügelschrägung oder extreme Zuspitzung des Flügelgrundrisses kann eine hiervon abweichende Verteilung verlangt werden.
- AMC 3.4.3.** Bei der Nachweisführung der Festigkeit des Rumpfes (a) und (b) durch Belastungsversuche sind die von den Leitwerksflächen induzierten Belastungen in geeigneter Weise aufzubringen, wenn bei den für die Leitwerke durchgeführten Versuchen die Leitwerke nicht am Rumpf montiert waren. Belastungen des Rumpfes (c), die durch das Fahrwerk induziert werden, gelten als Festigkeitsnachweis, wenn Fallversuche gemäß AMC 3.4.7. durchgeführt wurden.
- AMC 3.4.7.** Die Fallversuche (Drop Tests) sind auf ebenen Hartbelagsuntergründen oder auf kurz gemähten Grasoberflächen durchzuführen. Für jeden Fahrwerkstyp sind zwei Positionen für den Erstkontakt mit dem Untergrund nachzuweisen.
- a) Dreibeinfahrwerk:
- (1) Bugrad und Haupträder berühren gleichzeitig den Untergrund
  - (2) Haupträder berühren den Untergrund als Erste
- b) Spornradfahrwerk:
- (1) Spornradrad und Haupträder berühren gleichzeitig den Untergrund
  - (2) Haupträder berühren den Untergrund als Erste
- AMC 4.6.** Das Motorbetriebsverhalten ist bei Standläufen mit allen beabsichtigten Motor/Propeller-Kombinationen zu ermitteln. Die bei den Standläufen ermittelten maximalen Drehzahlen und die Leerlaufdrehzahl sind zu messen und die Ergebnisse in den Betriebsunterlagen festzuhalten. Diese Forderungen gelten sinngemäß auch für Jetantriebe (AMC 9 ist ebenfalls zu beachten).
- AMC 5.3.** Die für Propeller vorgesehenen Funktionstests werden bei den Standläufen gemäß AMC 4.6. vollzogen. Bei Verstellpropellern sind die Standdrehzahlen bei den jeweiligen Grenzstellungen der Blätter zu ermitteln und zu dokumentieren.

**AMC 6.2.** Der erforderliche Querschnitt der Kabel muss mindestens die Größe des errechneten Querschnitts aufweisen.

Berechnung d. erforderlichen Kabelquerschnitts:

Querschnittsfläche 
$$A = \frac{I \cdot \rho \cdot 2 \cdot L}{U_v}$$

- $I$  = Maximale Stromstärke in Ampere  
 $\rho$  = Spezifischer Widerstand von Kupfer 0,0172  $\Omega$  mm<sup>2</sup> / m  
 $2 \cdot L$  = Benötigte Kabellänge (zweiadrig - hin und zurück)  
 $U_v$  = Angenommener zulässiger Spannungsverlust z.B. 0,5 V.  
 (zulässig zwischen 3 % bis 5 %, Angabe in Volt);  $U_v = R \cdot I$

**AMC 8.1.** Das Erkennungsschild muss mit der Flugzeugzelle fest verbunden sein. Bei naturgetreuen Nachbauten (Scalemodellen) ist die Anbringung des Erkennungsschildes im Inneren des Modells zulässig, wenn es durch zerstörungsfreie Prüfung einsehbar und ablesbar ist (Beispielsweise unter einer abnehmbaren Kabinenhaube, oder unter einem Wartungsdeckel).

**AMC 8.6.2.b.** Ruderflächen mit geringer Drehsteifigkeit, großer Länge, großer Fläche und mit großer Eigenmasse sind hinsichtlich Flattergefährdung zu untersuchen. Bei bedenklichen Werten ist ein Massenausgleich vorzusehen und jedenfalls bei der Flugprüfung nachzuweisen, dass kein Flattern auftritt.

**AMC 9.** Wenn bei Flugmodellen mit Propellerantrieb im Betrieb unterschiedliche Propeller verwendet werden sollen, so ist mit jedem dieser Propeller eine Lärmmessung erforderlich. Der größte ermittelte Lärmwert ist maßgebend. Alle Motor/Propellerkonfigurationen die geringere Lärmwerte ergeben dürfen im Betrieb ebenfalls verwendet werden. Die Zulassung zur Verwendung dieser Kombinationen muss im Lärmmessprotokoll vermerkt und in den Betriebsunterlagen ausgewiesen werden.

**AMC 11.1.** Inhalt des Betriebshandbuchs - Mindestforderungen:

1. Allgemeines

- Dreiseitenansicht mit Abmaßen
- Kurzbeschreibung
- Beschreibung des Antriebs
  - Antriebsart, Leistung
  - Tankinhalt und Betriebszeit bis zum Erreichen der Reservemenge
  - Art des Treibstoffs/Schmierstoffs
  - Kapazität des Antriebsakkus und Nennspannung
  - Kapazität und Nennspannung der Stromversorgung für Empfangsanlage und Servos

2. Betriebsgrenzen

- zulässige Lastvielfache - Zulassungskategorie
- Höchstzulässige Startmasse
- Zulässige Schwerpunkt-Grenzlagen
- zulässige maximale Drehzahlgrenzen des(r) Motors(e) / Schub
- Art und Größe der zu verwendenden Propeller
- Zugelassene Flugmanöver

3. Notverfahren
  - Brand bei Triebwerksstart und im Flug
  - Startabbruch
  - Verfahren bei Triebwerksausfall (Schleppseilriss) in Startphase und im Flug
4. Normale Betriebsverfahren
  - Vorflugkontrolle (Checkliste)
  - Triebwerksstart
  - Rollen
  - Vorabflugkontrolle (Checks unmittelbar vor Start)
  - Abheben und Steigflug
  - Verfahren im Reiseflug und bei Manövern
  - Landeanflug und Landung
  - Abstellen des Triebwerks und Kontrolle nach Landung
5. Flugleistungen
  - Startstrecke
  - Landestrecke
6. Massen und Schwerpunkt
  - aktuelle Leermasse
  - aktueller Leermassenschwerpunkt
  - Beladungsplan
  - Ausrüstungsliste
7. Systembeschreibung
  - elektrisches System
  - pneumatisches oder hydraulisches System (soweit vorhanden)
  - Kraftstoffsystem (soweit vorhanden)
  - Stromversorgungssystem für Antrieb (soweit vorhanden)

**AMC 11.2.** Das Wartungshandbuch ist durch Wartungschecklisten, die eine lückenlose Durchführung der vorgesehenen Wartungs- und Kontrollarbeiten gewährleisten sollen zu ergänzen. Zusätzlich muss eine Liste über Lebensdauer begrenzte Bau- und Ausrüstungsteile vorhanden sein, soweit solche eingebaut und verwendet werden (z.B.: Austausch von Akkus nach bestimmter Anzahl von Ladezyklen, oder nach Zeitablauf).