



DFS Deutsche Flugsicherung

NACHRICHTEN FÜR LUFTFAHRER

59. JAHRGANG

LANGEN, 24. MÄRZ 2011

NfL II 21 / 11

**Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen
für ferngesteuerte Flächenflugmodelle mit einer höchstzulässigen Startmasse
von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg**



Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen für ferngesteuerte Flächenflugmodelle mit einer höchstzulässigen Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg

Nachstehend gibt das Luftfahrt-Bundesamt die gemeinsam mit dem Deutschen Aero Club e. V. und dem Deutschen Modellflieger Verband e. V. verfassten Lufttüchtigkeitsforderungen für die Prüfung und Musterzulassung von Flächenflugmodellen mit einer höchstzulässigen Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg bekannt.

Inhalt

1. Geltungsbereich

Allgemeines

2. Betriebsverhalten

2.1 Allgemeines

2.1.1 Steuerbarkeit

2.1.2 Nachweismethoden

2.1.3 Umfang der Nachweise

2.2 Grenzen der Lastverteilung

2.3 Massegrenzen

2.3.1 Höchstzulässige Startmasse

2.3.2 Leermasse

2.4 Bodenversuche

2.4.1 Schwerpunktlage

2.4.2 Nachgiebigkeit der Steuerung

2.4.3 Funktionsversuche und Reichweitentest

2.5 Start- und Landestrecken

2.6 Steuerbarkeit

2.7 Überziehverhalten

2.8 Schnellflug

2.9 Flattern

3. Festigkeit

3.1 Lasten

3.2 Nachweis der Festigkeit

3.3 Lastvielfache

3.4 Versuche

3.4.1 Tragwerk

3.4.2 Leitwerke und deren Befestigung

3.4.3 Rumpf

3.4.4 Steuerung

3.4.5 Ruderscharniere

3.4.6 Motorbefestigung

3.4.7 Fahrwerk

3.4.8 Festigkeitsverband Schleppkupplung

3.4.9 Sonstige Einbauten (z.B. Akkus)

4. Triebwerksanlage

- 4.1 Bemessung
- 4.2 Gestaltung
- 4.3 Brandverhütung
- 4.4 Schwingungen
- 4.5 Zündanlage
- 4.6 Betriebsverhalten
- 4.7 Auspuffanlage
- 4.8 Abstellen der Triebwerksanlage
- 4.9 Kraftstoffanlage
- 4.10 Tankinhalt
- 4.11 Kraftstoffbehälter
- 4.12 Siebe und Filter
- 4.13 Leitungen und Schläuche

5. Propeller

- 5.1 Allgemeines
- 5.2 Eignung
- 5.3 Betriebsverhalten
- 5.4 Sicherung
- 5.5 Schwingungen

6. Elektrische Anlage

- 6.1 Unterlagen
- 6.2 Belastbarkeit
- 6.3 Verbindungen
- 6.4 Energieversorgung
- 6.5 Energiebilanz
- 6.6 Zusatzfunktionen
- 6.7 Drähte und Leitungen
- 6.8 Hauptschalter

7. Fernsteuerungsanlage

- 7.1 Allgemeines
- 7.2 Schwingungen
- 7.3 Antenne

8. Gestaltung und Bauausführung

- 8.1 Allgemeines
- 8.2 Herstellungsverfahren
- 8.3 Elektrische Überbrückung
- 8.4 Vorkehrungen zur Überprüfung
- 8.5 Nivelliermarken
- 8.6 Leitwerke
 - 8.6.1 Einbau
 - 8.6.2 Ruder
- 8.7 Steuerung

9. Lärm

10. Mindestausrüstung

11. Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung

11.1 Flughandbuch

11.2 Betriebsaufzeichnungen

Anhang 1

1. Geltungsbereich

Allgemeines

Diese Lufttüchtigkeitsforderungen gelten für Flugmodelle nach § 1 Abs. 1 Nr. 8 LuftVZO, Kategorie Flächenflugmodelle, mit einer höchstzulässigen Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg.

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.

Die zugehörige Flügelklappenstellung ist in den Nachweisen anzugeben.

2.1.2 Nachweismethoden

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

2.1.3 Umfang der Nachweise

Wenn nicht anders angegeben, müssen die einzelnen Forderungen dieses Abschnittes mit allen kritischen Kombinationen von Gewicht und Schwerpunktlagen innerhalb des Bereiches der Beladungszustände, für die die Zulassung gewünscht wird, nachgewiesen werden. Der Nachweis ist für alle Zustandsformen (z.B. Luftbremsen, Flügelklappen, Fahrwerkstellungen, abwerfbarer Ballast, Bremsfallschirm, Schleppflug), 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 ist als die vom Antragsteller für sämtliche Punkte dieser Richtlinie nachgewiesene höchstzulässige Startmasse.

2.3.2 Leermasse

Die Leermasse ist das Gewicht des Flugmodells mit dem festeingebauten Ballast und der festgelegten 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.

Der Leermassenschwerpunkt ist entsprechend zu kennzeichnen (z.B. durch rot markierte Schrauben und Kreise), so dass das Flugmodell jederzeit nachgetrimmt werden kann.

2.4.2 Nachgiebigkeit der Steuerung

Die Nachgiebigkeit der Steuerung ist so gering wie möglich zu halten, um Flattern weitestgehend auszuschließen. Die Nachgiebigkeit (incl. Spiel) darf 10% des halben Rudermaschinenweges bei voller Servokraft nicht übersteigen.

2.4.3 Funktionsversuche und Reichweitentest

Vor Beginn der Flugversuche müssen alle Bodenfunktionsversuche durchgeführt sein. Insbesondere ist die einwandfreie Übertragung der Signale des Senders zum Empfänger und zu den jeweiligen Steuerungselementen der Fernsteuerungsanlage zu prüfen.

2.5 Start- und Landestrecken

Folgende Werte sind zu ermitteln:

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

2.6 Steuerbarkeit

Es muss möglich sein, ausreichend schnelle Kursänderungen in allen Richtungen und Achsen vornehmen zu können. Dieses muss unter den folgenden Bedingungen nachgewiesen werden:

- Mehrmotorige Flugmodelle mit ausgefallenem, kritischem Motor;
- Fahrwerk ausgefahren;
- Flügelklappen in Landstellung.

2.7 Überziehungsverhalten

- a) Das Überziehungsverhalten muss im Geradeausflug untersucht werden.
- b) Beim Überziehen im Kurvenflug mit ca. 45° Querneigung muss es möglich sein, den normalen Horizontalflug wieder herzustellen, ohne dass eine nicht beherrschbare Neigung zum Trudeln auftritt.

Motorleistung in den Fällen a) und b):

- Leerlaufleistung,
- Maximale Dauerleistung.

2.8 Schnellflug

Es muss möglich sein, bei maximaler Dauerleistung sämtlicher Motoren und 10° - 12° Bahnneigung einen stationären Flug durchzuführen.

2.9 Flattern
Flattern darf in allen zugelassenen Betriebsbereichen nicht 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 aufgeführten 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, d. h. die Sicherheitszahl beträgt $j = 1,0$. Bei rechnerischem Nachweis beträgt die Sicherheitszahl $j = 1,5$.

3.3 Lastvielfache

Folgende, sichere Abfanglastvielfache sind einzusetzen:

- $n = + 3g$ und $- 1,5g$ für nicht kunstflugtaugliche Flugmodelle
- $n = + 8g$ und $- 4g$ für einfachen Kunstflug (Rolle, Looping, Turn, usw.)
- $n > +/- 8g$ mindestens für unbegrenzten Einsatz.

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

3.4 Versuche

Soll der Nachweis ausreichender Festigkeit nicht durch Rechnung erbracht werden bzw. liegen für die gewählte Bauweise keine oder unzureichende Erfahrungen vor, so sind Versuche durchzuführen.

3.4.1 Tragwerk

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

Die tatsächlich auftretende Belastung kann

- durch eine treppenförmige Belastung oder
- durch eine Einzellast, deren Angriffspunkt bei $y = (2*b) / (3*\pi)$ ($b =$ Spannweite) liegt, aufgebracht werden.

3.4.2 Leitwerke und deren Befestigung

Belastungsversuche mit Leitwerken bei sicherer Last sind erforderlich.

3.4.3 Rumpf

Für den Rumpf ist ein Bauteilversuch mit dem kritischen Fall aus

- der höchsten Höhenleitwerkslast,
- der höchsten Seitenleitwerkslast,
- 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, z.B. aus den Servos, mit der nachzuweisenden Sicherheit von $j = 2,0$ aufgenommen werden können.

3.4.5 Ruderscharniere

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

3.4.6 Motorbefestigung

Der Motorträger und seine Aufhängung müssen so bemessen sein, dass sie alle Lasten aus dem Flugbetrieb ertragen können. Der Nachweis ist durch Flugversuche zu erbringen.

3.4.7 Fahrwerk

Test bei Fallhöhe von 12 cm.

3.4.8 Festigkeitsverband Schleppkupplung (sofern vorhanden)

Die Schleppkupplungsbefestigung muss für eine sichere Last von 50% des Höchstgewichtes des Schleppflugzeuges oder des geschleppten Segelflugzeuges bemessen sein, die in einem Winkel von 90° zur Symmetrieebene des Flugzeuges angreift.

Die Zugmessungen sind mit einer Messvorrichtung mit Schleppzeiger durchzuführen.

Folgende Zugrichtungen sind zusätzlich jeweils mit der 0,75-fachen Last der höchstzulässigen Startmasse zu prüfen:

- a) nach vorne in horizontaler Richtung;
- b) in der Symmetrieebene von der Horizontalen aus gemessen 20° nach vorn aufwärts, 40° nach vorn abwärts und 30° nach vorn seitwärts.

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

3.4.9 Sonstige Einbauten (z.B. Akkus)

Die Halterungen für sonstige Einbauten sind so zu bemessen, damit sie die auftretenden Beschleunigungen nach 3.3 ohne zu versagen aufnehmen können.

4. **Triebwerksanlage**

4.1 Bemessung

Die Triebwerksanlage muss in Bezug auf die 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 (dickwandige Kraftstoffschläuche und Absperrventile).

- 4.4 Schwingungen
Der Antrieb darf im normalen Betriebsbereich keine kritischen Schwingungen erzeugen, die diesen und das Flugmodell übermäßig beanspruchen (Verwendung von Schwingmetallen).
- 4.5 Zündanlage
Die Zündanlage muss eine ausreichende Betriebssicherheit ergeben und darf nicht zu Störungen führen, die die Funktion der Fernsteuerungsanlage beeinträchtigen.
- 4.6 Betriebsverhalten
Die Prüfung des Betriebsverhaltens muss alle Versuche umfassen, die notwendig sind, das Verhalten des Antriebs z.B. beim Anlassen, Leerlauf, Übergang, Überdrehzahl usw. zu zeigen.
- 4.7 Auspuffanlage
Bei der Installation der Auspuffanlage ist die Hitzeabstrahlung zu berücksichtigen.
- 4.8 Abstellen der Triebwerksanlage
Zur Berücksichtigung der besonderen Umstände beim Flugmodellbetrieb muss gewährleistet sein, dass die Triebwerksanlage mittels der Fernsteuerungsanlage abgestellt werden kann.
- 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 Tankinhalt
Der Tankinhalt soll eine Mindestflugzeit von 15 Minuten gewährleisten.
- 4.11 Kraftstoffbehälter
Kraftstoffbehälter müssen in der Lage sein, ohne Versagen den Schwingungs-, Trägheits-, Flüssigkeitsbelastungen und den Beschleunigungen, 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 Reinigungen zugänglich 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 beschleunigten Flugzuständen ergeben.
- 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) Luftschrauben müssen unter Berücksichtigung der Angaben in den Betriebsanleitungen der Motorenhersteller für den Betrieb geeignet und gut ausgewuchtet sein.
- 5.3 Betriebsverhalten
- Der Antragsteller hat in einem Funktionslauf 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 Unterlagen
- Für die gesamte modellseitige, elektrische Anlage ist ein Schaltplan mit Stückliste zu erstellen, in der z.B. Art und Querschnitte der verwendeten Kabel und Leitungen angegeben sind. Diese Unterlagen sind in die Betriebsanweisung aufzunehmen.
- 6.2 Belastbarkeit
- Die maximale Belastbarkeit der Leitungen darf nicht überschritten werden.
- 6.3 Verbindungen
- Als Kabelverbindung bzw. -anschluss sind wegen evtl. auftretender Schwingungen nur Steck- und Klemmverbindungen zulässig. Steckverbindungen sind zu sichern.
- 6.4 Energieversorgung
- Die Art der verwendeten Akkus muss für den Verwendungszweck geeignet sein. Es ist besonders auf die Strombelastbarkeit und die Kapazität der Akkus zu achten. Die Empfangsanlage muss von zwei unabhängigen Akkus betrieben werden. Durch eine geeignete Einrichtung muss der sichere Betrieb gewährleistet sein.
- 6.5 Energiebilanz
- Es ist eine Energiebilanz aufzustellen.
- 6.6 Zusatzfunktionen
- Zusatzfunktionen, wie Beleuchtung usw., sind an eine gesonderte Versorgung anzuschließen.
- 6.7 Drähte und Leitungen
- Die elektrischen Leitungen müssen aus flexiblen Drähten bestehen und in Bündeln 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 geltenden Vorschriften der Bundesnetzagentur entsprechen. Bei dem Betrieb dieser Funkanlagen sind die geltenden Vorschriften der Bundesnetzagentur zu beachten.

Bei der Auswahl und dem Einbau der Fernsteuerung dürfen keine Eigenschaften bekannt sein, die den sicheren Betrieb beeinträchtigen. Die gesamte Fernsteuerungsanlage und die zugehörigen sonstigen 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 Steuerer oder Dritte gefährden kann. Gegebenenfalls sind einzelne Bauteile oder Funktionen redundant auszuführen.

7.2 Schwingungen
Empfänger und Rudermaschinen müssen vibrationsgeschützt eingebaut werden.

7.3 Antenne
Der Verlegung der Antenne ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen.
Die Verlegung muss den entsprechenden Vorgaben der jeweiligen Hersteller entsprechen.

8. Gestaltung und Bauausführung

8.1 Allgemeines

Flugmodelle müssen an sichtbarer Stelle den Namen und die Anschrift des Eigentümers in dauerhafter und feuerfester Beschriftung führen.

8.2 Herstellungsverfahren
Die angewendeten Herstellungsverfahren müssen durchgehend einwandfreie Festigkeitsverbände ergeben.

8.3 Elektrische Überbrückung
Zur Vermeidung von "Knackimpulsen" sind Metallteile, die sich reiben, elektrisch zu überbrücken.

8.4 Vorkehrungen zur Überprüfung
Damit die Teile des Flugmodells zugänglich sind, die im Rahmen der regelmäßigen Kontrollen und Wartungsarbeiten überprüft, nachgestellt oder geschmiert werden müssen, sind Vorkehrungen zu treffen.

8.5 Nivelliermarken
Es sind Nivelliermarken vorzusehen, um das Flugmodell am Boden wiegen zu können.

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 Festigkeitsverbandes, der die Ruderflächen trägt, sind bei sicherer Last zu berücksichtigen.

8.6.2 Ruder

- a) Jedes Ruder sollte durch eine eigene Rudermaschine mit ausreichender Kraftreserve angetrieben werden (ggf. können zwei Rudermaschinen erforderlich werden).
- b) Die Ruder sollten zur Vermeidung von Ruderflattern massenausgeglichen sein. Art, Anordnung und Größe des Massenausgleiches sind in den Betriebsunterlagen anzugeben.

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**

Der Antragsteller hat ein Lärm-Messprotokoll vorzulegen, das unter Messbedingungen der vom Luftfahrt-Bundesamt veröffentlichten Lärmvorschrift für Luftfahrzeuge (LVL), erstmals veröffentlicht in der NFL II 70/04, erstellt wurde.

10. **Mindestausrüstung**

Ladekontrollanzeige für Sender und Empfangsanlage.

11. **Anweisung für Betrieb und Instandhaltung**

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 Angaben müssen im Flughandbuch enthalten sein:

- Dreiseitenansicht mit Abmaßen
- Kurzbeschreibung
- Höchstzulässige Startmasse
- Leermasse
- Start- und Landestrecke
- Angaben über die Triebwerksanlage (Art des Motors, Leistung, Drehzahlbereich Tankinhalt und Betriebszeit bis zum Erreichen einer Reservemenge)
- Betriebsstoff
- Art und Größe der zu verwendenden Propeller
- Check vor Flugbeginn
- Reichweitentest
- Anrollen
- Start
- Triebwerksausfall am Boden und im Fluge
- Kunstflug (Figuren mit Beschreibung für Ein- und Ausleiten), soweit zulässig
- Notverfahren (z.B. Ausfall des Senders oder Empfängers)

- Landung
- Check nach Beendigung des Fluges.

11.2 Betriebsaufzeichnungen

Die Dokumentation der durchgeführten Flüge erfolgt mittels eines in der allgemeinen Luftfahrt üblichen Bordbuches. Die Richtigkeit der Angaben bestätigt der Steuerer.

Anhang 1

Bestimmung des sicheren Abfanglastvielfachen für Modelle der Kategorie 3.3 c)

A 1. Geschwindigkeitsabschätzung

Für die Berechnung der Lastvielfachen wird zunächst eine Geschwindigkeitsabschätzung wie folgt vorgenommen:

A 1.1 luftschraubengetriebene Modelle

Bei luftschraubengetriebenen Modellen wird die Geschwindigkeit aus der Luftschraubensteigung gemäß den Herstellerangaben ermittelt ohne Berücksichtigung des Luftschraubenschlupfes und unter der Annahme, dass die Bodendrehzahl im Flug um 20 % ansteigt.

$$V_{Prop} = U \cdot St \cdot s$$

$$V_{Prop} = \frac{U \cdot St [m] \cdot s 60 [\text{min}] [km]}{[\text{min}] [h] \cdot 1000 [m]} = [km/h]$$

$$U = \text{Luftschraubendrehzahl in } 1/\text{min}$$

$$St = \text{Steigung der Luftschraube}$$

$$s = \text{Schlupf, da der Vortrieb nicht zu } 100\% \text{ umgesetzt wird.}$$

Der Schlupf wird normalerweise mit 0,8 eingesetzt, da aber die Motordrehzahl im Flug ansteigt, wird die Annahme getroffen:

$$s = \text{Annahme} \cdot 1,2 = 120\%$$

Beispiel-Rechnung:

$$\text{Luftschraube} = 41'' \cdot 28'' = \text{Durchmesser} \cdot \text{Steigung in } ['']$$

$$\text{Drehzahl} = 2800 \text{ } 1/\text{min}$$

$$V_{Prop} = \frac{2800 \cdot 28'' \cdot 25,4 [mm/''] \cdot 1,2 \cdot 60}{1000 \cdot 1000 [mm/m]}$$

$$V_{Prop} = 143,4 \text{ km/h}$$

$$V_{Prop} = 39,83 \text{ m/s}$$

A 1.2 Modelle mit Turbinenantrieb

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

V_{Jet}	$= \sqrt{\frac{2 F_T}{c_W \cdot S \cdot \rho_0}}$
F_T	$=$ Nennschubder Turbine(n) [N]
c_W	$=$ Widerstandsbeiwert
S	$=$ Bezugsflügelfläche[m ²]
ρ_0	$=$ Luftdichte in Meereshöhe (1,225 kg/m ³)

Beispiel-Rechnung:

$$\text{Schub Turbine} = 85 \text{ N}$$

$$c_W = 0,07$$

$$S = 3,61 \text{ m}^2$$

$$\rho_0 = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{Jet} = \sqrt{\frac{2 \cdot 85}{0,07 \cdot 3,61 \cdot 1,225}} = 23,43 \text{ m/s} = 84,36 \text{ km/h}$$

A 2. Lastvielfache

Die Böenlastvielfachen und die Manöverlastvielfachen werden mit den Daten berechnet, die bei der Anmeldung vorgelegt wurden.

A 2.1 Böenlastvielfache

$$n_z = 1 + /- \frac{K_g \rho_0 U_{de} V a}{2 (W / S)}$$

$$K_g = \frac{0,88 * \mu_g}{5,3 + \mu_g} = \text{Abminderungsfaktor}$$

$$\mu_g = \frac{2(W / S)}{\rho C a g} = \text{Flugzeugmassen - Verhältnis}$$

ρ_0 = Luftdichte in Meereshöhe (1,225 kg/m³)

U_{de} = vertikale Böengeschwindigkeiten gemäß JAR 23.333 (c) (m/s)

Es wird von der geringsten Böengeschwindigkeit von 25 ft/s (= 7,62 m/s) ausgegangen.

ρ = Luftdichte in der betreffenden Höhe (kg/m³)

\bar{C} = Bezugsflügeliefe (m)

g = Erdbeschleunigung (9,81 m/s²)

V = Fluggeschwindigkeit (m/s)

a = Anstieg des Auftriebsbeiwertes des Flugzeuges infolge Änderung des Anstellwinkels bei gleichzeitiger Beaufschlagung der Böenlasten auf Flügel und Höhenleitwerk.

Der Anstieg des Auftriebsanstieg des Flügels kann verwendet werden, falls die Böenlast nur auf den Tragflügel wirkt und die Böenlasten des Höhenleitwerks separat berechnet werden.

In diesem Fall wird a aus der Streckung Λ des Flügels berechnet :

$$a = \frac{3,1415 * \Lambda}{\sqrt{\frac{\Lambda^2}{4} + 1} + 1}$$

$$\Lambda = \frac{b^2}{s}$$

b = Spannweite

s = Streckung = $\frac{b}{t_m}$

t_m = mittlere Flügeliefe

W/S = Flächenbelastung beim tatsächlichen Flugzeuggewicht im einzelnen Beladefall (N/m²)

Beispiel – Rechnung:

$$\text{Masse} = 65 \text{ kg}$$

$$\text{Flügelfläche} = S = 5,88 \text{ m}^2$$

$$\text{Spannweite} = 4,5 \text{ m}$$

$$t_m = 0,7$$

$$s = \frac{b}{t_m} = \frac{4,5}{0,7} = 6,43$$

$$\text{Streckung} = \Lambda = \frac{b^2}{s} = \frac{4,5^2}{6,43} = 3,15$$

$$W/S = \frac{65 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}{5,88 \text{ m}^2} = 108,44 \text{ N/m}^2$$

$$a = \frac{3,1415 \cdot \Lambda}{\sqrt{\frac{\Lambda^2}{4} + 1}} = \frac{3,1415 \cdot 3,15}{\sqrt{\frac{3,15^2}{4} + 1}} = 3,45 \quad (\text{kleiner als } 2 \cdot \text{Pi})$$

$$\mu_g = \frac{2 \cdot (W/S)}{\rho \cdot C_a \cdot g} = \frac{2 \cdot (108,44 \text{ N/m}^2)}{1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,7 \text{ m} \cdot 3,45 \cdot 9,81} = 7,47$$

$$K_g = \frac{0,88 \cdot \mu_g}{5,3 + \mu_g} = \frac{0,88 \cdot 7,47}{5,3 + 7,47} = 0,52$$

$$n_z = 1 + /- \frac{K_g \cdot \rho_0 \cdot U_{de} \cdot V \cdot a}{2 \cdot (W/S)} =$$

$$n_z = 1 + /- \frac{0,52 \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 \cdot 7,62 \text{ m/s} \cdot 39,83 \text{ m/s} \cdot 3,45}{2 \cdot (108,44 \text{ N/m}^2)}$$

$$\underline{\underline{n_z = 1 + /- 3,08}}$$

A 2.2 Manöverlastvielfache

n_z	$= \frac{\rho_0}{2} V^2 \cdot c_A \cdot S / (m g)$
n_z	$= \text{Lastvielfache (rechnerisch)}$
ρ_0	$= \text{Luftdichte in Meereshöhe (kg/m}^3\text{)}$
ρ_0	$= 1,225 \text{ (kg/m}^3\text{) (hier angenommen)}$
V	$= \text{Modell-Geschwindigkeit (rechnerisch ermittelt)}$
c_A	$= \text{Auftriebsbeiwert (ist mit 1,0 einzusetzen)}$
S	$= \text{Flügelfläche (m}^2\text{)}$
m	$= \text{Flugmodellmasse (kg)}$
g	$= \text{Erdbeschleunigung (9,81 m/s}^2\text{)}$

Beispiel – Rechnung:

$$V = 39,83 \text{ m/s}$$

$$m = 65 \text{ kg}$$

$$n_z = \frac{\rho_0}{2} V^2 \cdot c_A \cdot S / (m g)$$

$$n_z = \frac{1,225 \text{ kg/m}^3}{2} \cdot (39,83 \text{ m/s})^2 \cdot \frac{5,88 \text{ m}^2}{65 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\underline{\underline{n_z = 8,96}}$$

Hinweis: Die angenommenen Werte wurden für die Beispiel-Rechnungen vereinfacht.

A 3. Ergebnisbewertung

Der größere der beiden ermittelten Lastvielfachwerte wird bei der Berechnung der Massen für den Belastungstest zu Grunde gelegt.

*Bei der Beispiel-Rechnung sind die Manöverlastvielfachen mit 8,96 deutlich größer als die Böenlastvielfachen. Also werden bei der Berechnung der Massen für den Belastungstest die Manöverlasten zugrunde gelegt. In diesem Beispiel würde das Modell in die **Kategorie 3.3 c** eingeordnet und mit +9 / - 9 g belastet werden.*

Die Lastvielfachen werden zunächst mit den Daten berechnet, die bei der Anmeldung vorgelegt wurden. Weichen die Daten, die bei der Anmeldung vorgelegt wurden, und die Daten, die vor dem Abnahmeflug ermittelt werden, um mehr als 10 % voneinander ab, so muss die Rechnung mit den vor dem Abnahmeflug ermittelten Daten erneut durchgeführt werden, und die Lastvielfachen, die dem Belastungstest zu Grunde gelegt werden, erforderlichenfalls korrigiert werden.

Braunschweig, den 02.03.2011

Az: T32ZKr2-2010601/11

Luftfahrt-Bundesamt
Im Auftrag
Z r e n n e r