



# NACHRICHTEN FÜR LUFTFAHRER TEIL II

53. Jahrgang

Langen, 17. März 2005

## **Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen für schwerkraftgesteuerte Ultraleichtflugzeuge Bauart: Trike und Fußstart-UL**

**vom Februar 2005**

Nachstehend gibt das Luftfahrt-Bundesamt die vom Deutschen Ultraleichtflugverband (DULV) verfassten Lufttüchtigkeitsforderungen für schwerkraftgesteuerte Ultraleichtflugzeuge Bauart: Trike und Fußstart-UL bekannt.

Braunschweig, 3. Februar 2005

Der Präsident des Luftfahrt-Bundesamtes

S c h w i e r c z i n s k i

Lufttüchtigkeitsforderungen sind technische und verfahrensmäßige Mindestforderungen für ein Mustergerät und für die baugleichen Seriengeräte.

Die vorliegenden Lufttüchtigkeitsforderungen gelten für die Musterzulassung und die Änderung der Musterzulassung von Trikes, fußstartfähigen Ultraleichtflugzeugen. Sie bestehen aus dem allgemeinen Teil (A) und dem besonderen Teil (B).

Wurde in einem anderen Mitgliedsstaat der Europäischen Gemeinschaften, einem Vertragsstaat des Abkommens über den EWR oder in der Türkei die Übereinstimmung mit den dort auf schwerkraftgesteuerte Ultraleichtflugzeuge in der Bauart Trike oder Fußstart-UL anwendbaren Lufttüchtigkeitsforderungen bereits rechtmäßig nachgewiesen, so ist die Bescheinigung dieses Nachweises der Musterprüfung gleichwertig. Nur bei offensichtlichen Mängeln an dem schwerkraftgesteuerten Ultraleichtflugzeug in der Bauart Trike oder Fußstart-UL, die seine Lufttüchtigkeit in Frage stellen, kann die zuständige Stelle zusätzliche Nachweise anfordern.



## A. Allgemeiner Teil

### 1. Geltung und Umfang

- 1.1. Der nachstehende Allgemeine Teil A gilt in Verbindung mit den Forderungen des Besonderen Teils B. Weitere Bestandteile der Lufttuchtigkeitsforderungen sind die in der jeweils neuesten Fassung der Musterzulassung genannten Verpflichtungen des Herstellers sowie die ergänzenden Bestimmungen und Formblätter der Prüfstelle.
- 1.2. Die Prüfstelle kann weitere Forderungen stellen, weitere Unterlagen und weitere Versuche anfordern, wenn neu verwendete Materialien, besondere Bauformen, neue Erfahrungswerte oder andere Umstände dies für die Lufttuchtigkeit erfordern.

### 2. Gestaltung und Bauausführung

#### 2.1. Werkstoffe und Herstellungsverfahren

- 2.1.1. Die Eignung und Dauerfestigkeit aller Werkstoffe und Herstellungsverfahren müssen auf Grund von Erfahrungen oder durch Versuche erwiesen sein.
- 2.1.2. Alle für beanspruchte Teile verwendeten Werkstoffe müssen anerkannten Beschreibungen und Festlegungen entsprechen.
- 2.1.3. Die angewendeten Herstellungsverfahren müssen dauerhafte Festigkeitsverbände ergeben.
- 2.1.4. Wenn Herstellungsverfahren (z. B. Faserverbundwerkstoffe, Fügen, Wärmebehandlung oder Umformung) der genauen Überwachung bedürfen, muss diese nach anerkannten Verfahren durchgeführt werden.

#### 2.2. Schutz der Bauteile

- 2.2.1. Alle Bauteile müssen gegen festigkeitsmindernde Einflüsse ausreichend geschützt sein, insbesondere gegen Korrosion, UV-Strahlung, Knicken und Falten, mechanischen Verschleiß, Beschädigungen bei Transport, Montage und Betrieb.

#### 2.3. Vorkehrungen für Auf- und Abrüsten

- 2.3.1. Fehler beim Auf- und Abrüsten sollen durch bauliche Maßnahmen möglichst verhindert werden.

#### 2.4. Sicherung von Verbindungselementen

- 2.4.1. Verschlüsse, Trennstellen und andere verbindende Bauteile müssen gegen ungewolltes Öffnen gesichert sein.
- 2.4.2. Die Enden von Knoten an tragenden Textilsilen müssen ausreichend überstehen und sind zusätzlich zu sichern.

#### 2.5. Einstellmöglichkeiten

- 2.5.1. Einstellmöglichkeiten dürfen nur vorhanden sein, wenn sie erforderlich sind. Die Grenzlagen aller Einstellmöglichkeiten sind anzugeben. Einstellvorrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass auch bei äußerster Verstellung alle Lufttuchtigkeitsforderungen erfüllt werden. Eine selbständige Verstellung muss ausgeschlossen sein. Die Überschreitung der Grenzlagen von Einstellmöglichkeiten ist durch technische Maßnahmen zu verhindern. Einstellmöglichkeiten sind in der Betriebsanweisung darzustellen.

#### 2.6. Vorkehrungen für Überprüfungen

- 2.6.1. Alle Bauteile müssen für Überprüfungen zugänglich sein, bzw. auf Verlangen in einem entsprechenden Qualitätssicherungsprotokoll vom Hersteller dokumentiert werden.

#### 2.7. Schutz gegen Verletzung

- 2.7.1. Eine Verletzungsgefahr für den Benutzer durch Bauteile muss weitgehend ausgeschlossen sein.

#### 2.8. Temperatur und Feuchtigkeit

- 2.8.1. Lagertemperaturen von -55 bis +90 Grad Celsius, Betriebstemperaturen von -40 bis +70 Grad Celsius und Feuchtigkeitsschwankungen dürfen sich nicht auf die Lufttuchtigkeit auswirken.

### 2.9. Statische Festigkeitseigenschaften

- 2.9.1. Die Festigkeitseigenschaften der verwendeten Werkstoffe müssen durch genügend Versuche belegt sein, damit Festigkeitswerte auf statischer Grundlage festgelegt werden können.
- 2.9.2. Die Streuungen der Festigkeitswerte müssen so klein sein, dass die Wahrscheinlichkeit unzureichender Festigkeit irgendeines tragenden Bauteiles äußerst gering ist.

#### Erläuterung:

*Werkstoff-Spezifikationen sollten entweder im Rahmen des Nachweisverfahrens besonders erstellt oder veröffentlichten Normen entnommen werden. Bei der Festlegung der Rechenwerte sollten die Materialkennwerte in dem Umfang vom Konstrukteur geändert und/oder erweitert werden, wie dies aus Fertigungsgründen (z.B. bauweisenbedingt oder im Hinblick auf das Umformen, die maschinelle Bearbeitung oder eine nachfolgende Wärmebehandlung) notwendig erscheint.*

### 2.10. Spannungskonzentrationen

- 2.10.1. Der Festigkeitsverband muss so gestaltet sein, dass Bauteile, an denen Spannungskonzentrationen auftreten, durch geeignete Maßnahmen ausreichend verstärkt werden.

### 2.11. Verarbeitung

- 2.11.1. Soweit im Besonderen Teil nichts anderes bestimmt ist, gilt für die Herstellung der Stand der Technik.

### 2.12. Gewebenähte

- 2.12.1. Gewebenähte müssen so gestaltet sein, dass das Versagen einer einzelnen Naht nicht zu einem Versagen des Gerätes führt. Nahtenden sind durch geeignete Maßnahmen zu sichern.

### 2.13. Seile

- 2.13.1. Seile müssen nach einem von der Prüfstelle anerkannten Verfahren verarbeitet sein. Ein Verfahren gilt als anerkannt, wenn es der Prüfstelle bekannt ist und nicht beanstandet wird.

## 3. Betriebsanweisung und Typenschild

### 3.1. Allgemeines

- 3.1.1. Die Betriebsanweisung muss mindestens die in diesem Abschnitt oder die im Besonderen Teil festgelegten Angaben enthalten. Sind weitere Angaben für den sicheren Betrieb notwendig, so müssen sie aufgenommen werden. Die Betriebsanweisung muss alle notwendigen Angaben für die Inbetriebnahme, die Montage und die Funktionskontrolle des Geräts enthalten. Die notwendigen Kontrollen sind aufzulisten (Checkliste). Die Angaben über die im Normalbetrieb und in Nottfällen anzuwendenden gerätespezifischen Verfahren für alle Verwendungszwecke sowie die sonstigen Angaben, die zum Betrieb notwendig sind, müssen enthalten sein. Die Betriebsanweisung muss die notwendigen Angaben für Transport und Lagerung enthalten.

### 3.2. Gerätebeschreibung

- 3.2.1. Das Gerät ist durch eine technische Kurzbeschreibung und durch beschriftete Übersichtszeichnungen darzustellen. Insbesondere sind die für die Bedienung wichtigen Bauelemente aufzuführen.

### 3.3. Einstellmöglichkeiten

- 3.3.1. Die Grenzlagen aller Einstellmöglichkeiten und Schwerpunktlagen sind anzugeben. Die Funktionsweise und die Auswirkungen sind zu beschreiben.

### 3.4. Technische Daten

- 3.4.1. Die Betriebsanweisung muss alle Betriebsgrenzen und die wesentlichen technischen Daten enthalten. Insbesondere Angaben über Massegrenzen, Geschwindigkeitsbereiche, unzulässige Flugmanöver und Triebwerksgrenzwerte.

### 3.5. Einbau des Rettungsgerätes

- 3.5.1. Das Rettungsgerät ist entsprechend den Vorgaben des Rettungsgeräteherstellers einzubauen. Alle Verbindungselemente zwischen Rettungsgerät und UL sind so auszulegen, dass die auftretende Last des vom Rettungsgerätehersteller angegebenen Entfaltungsstoßes (Geschwindigkeitsbereich und Abflugmasse) sicher aufgenommen werden kann. Die Auslösevorrichtung des Rettungsgerätes ist so anzubringen, dass sie in jeder Fluglage vom Piloten sicher zu bedienen ist. Dem Öffnungsvorgang des Rettungsgerätes dürfen keine Bauteile behindernd entgegen wirken. Es muss sichergestellt sein, dass bei Betätigung der Auslösevorrichtung des Rettungsgerätes das Triebwerk ausgeschaltet wird.

### 3.6. Wartung

- 3.6.1. Anzugeben sind:
- Prüfverfahren zur Kontrolle von Daten, die den störungsfreien Betrieb gewährleisten;
  - Lebensdauer und Auswechselzeitpunkte von Bauteilen;
  - Häufigkeit sowie Art und Umfang von Wartungsarbeiten;
  - Hinweise auf Verfahren bei der Durchführung von Reparaturen;
  - Originalteile, die im Zusammenhang mit Reparaturen benötigt werden;
  - Empfehlungen für Reinigung und Pflege.

### 3.7. Typenschild

- 3.7.1. Ein Typenschild mit den folgenden Angaben muss in deutscher oder englischer Sprache am Gerät angebracht sein.

- Seriennummer (fortlaufende Zahlenfolge, vom Hersteller frei wählbar)
- Herstellungsdatum tt.mm.jjjj
- Nummer der Musterzulassung (Kennblattnummer)
- Name und Anschrift des Herstellers

## B. Besonderer Teil

### 1. Allgemeines

#### 1.1. Geltung und Umfang

- 1.1.1. Der Besondere Teil B gilt nur in Verbindung mit dem Allgemeinen Teil A.

### 2. Vom Antragsteller einzureichende Unterlagen

#### 2.1. für die Tragflächen bei Trikes und Fußstart-UL

- 2.1.1. Dreiseitenansicht Maßstab mind. 1:50 mit folgenden Angaben
- 2.1.1.1. Äußere Abmessungen über alles
  - 2.1.1.2. projizierte Flächen der Tragwerke
- 2.1.2. Segelzeichnung
- 2.1.2.1. lotrechte Projektion des Segels
  - 2.1.2.2. Mittelprofil (Seitenansicht), insbesondere mit Kieltaschenmaßen
  - 2.1.2.3. Angaben über Abnäher im Segel
  - 2.1.2.4. Segellattenschablone
- 2.1.3. Baugruppenzeichnungen mit allen struktur- und festigkeitsgebenden Verbindungen
- 2.1.4. Einzelteilzeichnungen
- 2.1.5. Stücklisten mit Werkstoffspezifikationen
- 2.1.6. Segelwerkstoffe, Gewicht, Beschichtung, Gewebehersteller, Handelsbezeichnung
- 2.1.7. Angaben über
- 2.1.7.1. maximale Startmasse
  - 2.1.7.2. minimale Startmasse
  - 2.1.7.3. Masse der Fläche (ohne Packsack)

#### 2.2. für Fahrgestell / Antrieb

- 2.2.1. Dreiseitenansicht im Maßstab mind. 1:50, mit folgenden Angaben:
- 2.2.1.1. Äußere Abmessungen
  - 2.2.1.2. Abstand der Propellerspitzen zu angrenzenden Bauteilen und dem Erdboden
- 2.2.2. Baugruppenzeichnungen mit allen struktur- und festigkeitsgebenden Verbindungen
- 2.2.3. Einbauzeichnung für das Rettungsgerät (entsprechend Vorgabe des Rettungsgeräteherstellers)
- 2.2.4. Einzelteilzeichnungen
- 2.2.4.1. Stücklisten mit Werkstoffspezifikationen
- 2.2.5. Angaben zur Leermasse (Mindestausrüstung ohne Betriebsstoffe)

### 3. Grenzwertforderungen

#### 3.1. Allgemein

- 3.1.1. Die nachfolgend aufgeführten Grenzwerte sind allgemeingültige Richtwerte, die nur in begründeten Ausnahmefällen gerätespezifisch angepasst werden können. Alle im Flugversuch ermittelten Werte werden auf ICAO Standardbedingungen umgerechnet.

#### 3.2. Massegrenzen

##### 3.2.1. Maximale Abflugmasse

- 3.2.1.1. Als maximale Abflugmasse gilt:  
für Einsitzer 300 kg zuzüglich Rettungsgerät  
für Doppelsitzer 450 kg zuzüglich Rettungsgerät

#### Erläuterung:

Für das Rettungsgerät inkl. aller notwendigen Befestigungs- und Auslöseelemente dürfen pauschal maximal 22,5 kg zum Ansatz gebracht werden. 30 kg für Schwimmer im Fall von einsitzigen Amphibien- oder Schwimmer-Ultraleichtflugzeuge oder 45 kg für Schwimmer im Fall von zweisitzigen Amphibienflugzeugen oder Schwimmerflugzeugen, sofern sie, falls sie sowohl als Schwimmerflugzeuge als auch als Landflugzeuge betrieben werden, jeweils beide MTOW-Grenzwerte nicht überschreiten;

### 3.2.2. Minimale Zuladung für Trikes und Fußstart-UL

3.2.2.1. Die Massegrenze der Zuladung durch Insassen muss bei Einsitzern mindestens 90 kg, bei Doppelsitzern mindestens 180 kg betragen, zuzüglich der Masse des Kraftstoffvorrates von 25 % des Tankvolumens, mindestens jedoch der Masse des Kraftstoffvorrates für 1 Stunde Betriebszeit unter Reiseflugeleistung.

3.2.2.2. Besondere Regelung  
Bei Leermassen von weniger als 120 kg, in Verbindung mit der massenabhängige Steuerung, sind Abstimmungen mit der Prüfstelle vorzunehmen.

### 3.3. Mindestgeschwindigkeit

- 3.3.1. Die Überziehggeschwindigkeit  $V_{50}$  darf 65 km/h CAS nicht überschreiten.  
3.3.2. Der Nachweis ist in Landekfiguration und mit maximaler Abflugmasse zu führen.

### 3.4. Minimaleleistungen der Triebwerksanlage

- 3.4.1.1. Die Triebwerksanlage muss dem Fluggerät im Dauerbetrieb und bei maximaler Abflugmasse folgende Minimaleleistungen ermöglichen:

### 3.5. Minimale Steiggeschwindigkeit

- 3.5.1.1. 1,5 m/s bei Trikes und  
3.5.1.2. 1,0 m/s bei Fußstart UL

### 3.5.2. Startstrecke

- 3.5.2.1. Die Triebwerksanlage muss bei maximaler Abflugmasse nach 300 m Startstrecke einen Höhengewinn von 15 m ermöglichen.

## 4. Statische Längsstabilität der Tragfläche für Trikes und Fußstart-UL

### 4.1. Flugmechanische Untersuchung

- 4.1.1. Die Ausgangsdaten sind durch flugmechanische Untersuchungen zu ermitteln. Diese Untersuchungen sind mindestens bis zu  $V_D$  durchzuführen. Dabei sind Variationen von Anstellwinkel und Geschwindigkeit zu überprüfen, um festzustellen, ob die Tragfläche eine ausreichende statische Längsstabilität aufweist.

### 4.2. Grenzlagen der Untersuchungen

- 4.2.1. Die Versuche sind für alle zu erwartenden Grenzlagen durchzuführen, sofern nicht auf Grund der vorliegenden Erfahrung eine Grenzlage durch andere Untersuchungen abgedeckt ist oder ein Zusammentreffen verschiedener Grenzlagen wahrscheinlich nicht stattfindet. Sind an der Tragfläche Einstellmöglichkeiten vorhanden, die die aerodynamischen Eigenschaften beeinflussen, so sind die Untersuchungen für alle maximal zulässigen Grenzlagen sowie für Zwischenstellungen der Einstellmöglichkeiten durchzuführen.

## 5. Festigkeitsnachweise

### 5.1. Allgemeines

- 5.1.1. Alle Bauteile müssen die sichere Last ohne bleibende Verformungen ertragen. Der Festigkeitsverbund muss den geforderten Bruchlasten mindestens 3 Sekunden ohne Versagen standhalten.

### 5.2. Festigkeitsnachweis der Tragfläche

- 5.2.1. Der Nachweis der Festigkeit ist durch Versuche zu erbringen. Hierbei sind die Luftkräfte entweder durch Fahrten mit einem Prüfwagen oder durch einen statischen Test zu simulieren.  
5.2.2. Die Massenkräfte sind entsprechend dem flugfertigen UL in die vorgesehene Aufhängung einzuleiten. In besonderen Fällen entscheidet die Prüfstelle über die Testart.

- 5.2.3. Als Grundlage zur Berechnung der sicheren Lasten und der Bruchlasten wird die Prüflast herangezogen. Die Prüflast errechnet sich aus der maximal zulässigen Startmasse abzüglich der halben Masse der Tragfläche.

$$m_{\text{prüf}} = m_{\text{max}} - m_{\text{flügel}}/2$$

Sichere Last positiv: 4fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Sichere Last negativ: 2fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Bruchlast positiv: 6fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Bruchlast negativ: 3fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)

### 5.3. Festigkeitsnachweis des Trikes

- 5.3.1. Der Nachweis der Festigkeit ist durch Versuche zu erbringen. Als Grundlage zur Berechnung der sicheren Lasten und der Bruchlasten wird die Prüflast herangezogen. Die Prüflast errechnet sich aus der maximal zulässigen Startmasse abzüglich der Masse der Tragfläche.

$$m_{\text{prüf}} = m_{\text{max}} - m_{\text{flügel}}$$

Sichere Last positiv: 4fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Sichere Last negativ: 2fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Bruchlast positiv: 6fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)  
Bruchlast negativ: 3fache Prüflast (Trikes, Fußstart-UL)

### 5.3.2. Festigkeitsnachweis des Aufhängepunktes

- 5.3.2.1. Der Aufhängepunkt des Trikes ist mit den nach in Punkt 5.3.1 ermittelten Bruchlasten zu prüfen:

- 5.3.2.2. Zusätzlich ist eine Sicherheitsaufhängung mit der unter Punkt 5.3.1 ermittelten Bruchlast, bis hinunter zur Rahmenstruktur unterhalb des Mastes zu führen und dort kraftschlüssig anzuschließen.

### 5.3.3. Festigkeitsnachweis des Hauptfahrwerks

- 5.3.3.1. Das Hauptfahrwerk muss bei maximalen Abflugmasse die im folgenden aufgeführten Bedingungen erfüllen:  
- einen vertikalen Landestoß mit einer Sinkgeschwindigkeit von 2,0 m/s ohne Beschädigung standhalten oder 4g statische Belastung ohne Versagen aufnehmen können,  
- einem horizontalen Landestoß in Flugrichtung in Höhe von 40% der Energie des vertikalen Landestoßes standhalten,  
- einem seitlichem Landestoß von 30% der Energie des vertikalen Landestoßes standhalten.

### 5.3.4. Festigkeitsnachweis des Bugrades

- 5.3.4.1. Das Bugfahrwerk muss bei maximaler Abflugmasse die im folgenden aufgeführten Bedingungen erfüllen:  
Für nach hinten, vorne und seitlich gerichtete Kraftkomponenten an der Achse eine horizontale Last vom zweifachen Wert der ruhenden Radlast standhalten.

### 5.3.5. Bruchlandung für Trikes

- 5.3.5.1. Der Festigkeitsverband des ULs muss so bemessen sein, dass die Piloten mit großer Wahrscheinlichkeit bei einer Bruchlandung schweren Verletzungen entgehen, wenn die vorgesehenen Anschnallgurte richtig gebraucht werden. Folgende Beschleunigungen des Piloten bei einer Bruchlandung sind bei der Nachweisführung anzusetzen:

- aufwärts 3g
- nach vorn 9g
- seitlich 1,5g
- abwärts 6g

5.3.6. **Sitz, Rückenlehne und Anschnallgurt**

5.3.6.1. Es muss sichergestellt sein, dass Sitz, Rückenlehne und Anschnallgurte die unter 5.4.5 geforderten Beschleunigungen aufnehmen können. Die Piloten sind durch Anschnallgurte (mindestens Vierpunktgurte) so zu fixieren, dass sie bei allen im Betrieb auftretenden Beschleunigungen und Flugzuständen sowie bei hartem Aufschlag sicher in ihrer ursprünglichen Position festgehalten werden.

5.3.7. **Triebwerkshalterung**

5.3.7.1. Es muss sichergestellt sein, dass die Triebwerkshalterung die unter 5.4.5 geforderten Beschleunigungen aufnehmen kann.

5.3.8. **Nutzlasthalterung**

5.3.8.1. Soweit am Fluggerät Nutzlasthalterungen vorhanden sind, müssen diese so bemessen sein, dass sie dem größten Lastvielfachen, das sich aus Flug und Bodenlastbedingungen ergibt, standhalten. Eine Anhebung des Bruchlastvielfachen der Lasthalterungen und der Befestigungseinrichtungen auf 9g wird gefordert, wenn im Notfall eine unmittelbare Gefährdung zu befürchten ist.

5.4. **Festigkeitsnachweis Fußstart-UL**

5.4.1. Ultraleichtflugzeuge, die den Hängegleitern entstammen und bei denen der Landestoß regelmäßig durch Muskelkraft mit den Beinen des Piloten aufgefangen wird, müssen keine besonderen Vorrichtungen zur Aufnahme des Landesstoßes aufweisen.

5.5. **Dauerfestigkeitsnachweis**

5.5.1. Vom Antragsteller ist ein Nachweis über die Dauerfestigkeit von mindestens 100 Betriebsstunden bei Musterzulassungen, bzw. mindestens 50 Betriebsstunden bei Einzelzulassungen zu führen. Hierüber sind Betriebsaufzeichnungen zu führen.

5.6. **Festigkeitsnachweis des Propellers**

5.6.1. Die Nabe, die Blattbefestigung und die Propellerblätter müssen einer Belastung standhalten, die doppelt so groß ist wie die Fliehkraftbelastung, die bei der höchsten für die Zulassung beantragten Drehzahl entsteht. Der Nachweis kann rechnerisch, statisch oder dynamisch geführt werden.

5.6.2. **Rechnerischer Nachweis bzw. statischer Zugversuch**

Die erforderliche Prüfkraft für den Nachweis wird wie folgt ermittelt:

$$F_{zug\_p} = 2 \times F_z$$

mit

$$F_z = m \times (2 \times r \times n)^2 \times r$$

wobei:

m = Gewichtskraft pro Blatt (N)

π = Kreiskonstante

n = Drehzahl bei Vollast (U/min)

r = Radius des Massenschwerpunktes (m)

F<sub>z</sub> = Zentrifugalkraft (N)

F<sub>zug\_p</sub> = zu prüfende Zugkraft (N)

5.6.3. **Dynamischer Festigkeitsnachweis**

Die Prüfdrehzahl für den dynamischen Festigkeitsnachweis wird wie folgt ermittelt:

$$n_{\text{prüf}} = n \times 1,5$$

mit

n<sub>prüf</sub> = Prüfdrehzahl (U/min)

n = maximale Propellerdrehzahl (U/min)

Der Propeller muss der Prüfdrehzahl über eine Zeit von mindestens 15 Minuten ohne Beschädigungen widerstehen.

5.7. **Festigkeitsnachweis und Funktion der Schleppklinge**

5.7.1. Mit einer im Ultraleichtflugzeug eingebauten Schleppklinge sind Zugversuche mit einer Zugkraft von 1500 N durchzuführen. Die Zugversuche sind in Richtung der Propellerachse und mit bis zu 60° seitlicher Auslenkung von der Achsrichtung durchzuführen.

5.7.2. Die Auslösekraft an der Klinkvorrichtung muss bei den Zugversuchen zwischen 50 und 150 N liegen.

6. **Betriebsverhalten**

6.1. **Allgemeines**

6.1.1. **Flugversuche**

6.1.1.1. Der Nachweis, dass das Ultraleichtflugzeug den in diesem Abschnitt festgelegten Forderungen entspricht, ist durch Flugversuche zu führen. Diese Flugversuche sind nach dem Flugbericht (Anhang I) durchzuführen und mit diesem zu dokumentieren.

Die Forderungen dieses Abschnittes gelten für Ultraleichtflugzeuge mit laufendem und mit stehendem Triebwerk.

6.1.1.2. Durch einen Testpiloten der prüfenden Stelle erfolgt eine stichprobenartige Überprüfung der Flugversuche. Der Antragsteller muss die entsprechenden Flugmanöver eigenständig testen und diese ggf. der prüfenden Stelle vorliegen.

6.1.2. **Steuer- und Bedienorgane**

6.1.2.1. Alle Steuer und Bedienorgane müssen so angeordnet und gekennzeichnet sein, dass eine bequeme Betätigung möglich ist und bei nicht offenkundiger Funktion Verwechslungen oder unbeabsichtigte Betätigungen vermieden werden.

6.2. **Start und Landung**

6.2.1. Das UL muss, ohne dass es einer außergewöhnlichen Anstrengung oder Geschicklichkeit des Piloten bedarf, zu starten und zu landen sein. Bei der Betätigung von Landehilfen darf bei allen zugelassenen Geschwindigkeiten weder eine übermäßige Änderung der Steuerkräfte oder der Steueraussschläge auftreten, noch die Steuerbarkeit des ULs so beeinflusst werden, dass es einer besonderen Geschicklichkeit des Piloten bedarf.

6.3. **Allgemeines Verhalten im Flug**

6.3.1. Es muss möglich sein, das Ultraleichtflugzeug unter allen Betriebsbedingungen und in allen Zustandsformen über den gesamten Geschwindigkeitsbereich zu fliegen und alle normalen Flugmanöver ausführen zu können, ohne dass es dazu außergewöhnlicher Anstrengung oder Geschicklichkeit des Piloten bedarf.

6.4. **Trimmung**

6.4.1. Wenn eine Trimmvorrichtung vorhanden ist, muss es möglich sein, das Ultraleichtflugzeug bei jeder zulässigen Beladung auf eine Geschwindigkeit zwischen geringstem Sinken und besten Gleiten einzutrimmen.

6.5. **Schwingungen**

6.5.1. Im gesamten Geschwindigkeitsbereich darf

- kein starres Bauteil Schwingungen aufzeigen
- kein flexibles Bauteil übermäßige Schwingungen aufzeigen

Das Ultraleichtflugzeug muss im gesamten Geschwindigkeitsbereich frei von unerwünschter Flügeldeformation mit

- aerodynamischer Auswirkung
- zweideutigem Flugverhalten
- Steuerwirkungsumkehr sein.

## 6.6. Steuerbarkeit

### 6.6.1. Höhensteuerung

- 6.6.1.1. Es muss möglich sein, ohne außergewöhnliche Geschicklichkeit des Piloten über den ganzen zulässigen Geschwindigkeitsbereich die Geschwindigkeit konstant zu halten.

### 6.6.2. Kurvenwechsel

- 6.6.2.1. Es muss möglich sein, aus einer Kurve mit 45° Querneigung in eine gegensinnige Kurve mit 45° Querneigung in 5 Sekunden zu wechseln, ohne dass es einer besonderen Anstrengung oder Geschicklichkeit des Piloten bedarf.

## 6.7. Stabilität für Trike und Fußstart-UL

### 6.7.1. Die Flugstabilität ist

- um alle Achsen,
- im gesamten Geschwindigkeitsbereich,
- in allen zugelassenen Fluglagen,
- bei allen zulässigen Abflugmassen,
- mit allen möglichen Triebwerksleistungen,
- in allen Zustandsformen (Klappen, Fahrwerk, VG) nachzuweisen.

## 6.8. Flugverhalten mit losgelassenem Steuerbügel

- 6.8.1. Das Ultraleichtflugzeug muss im Geradeausflug mit Trimmgeschwindigkeit mindestens 10 Sekunden verbleiben.

## 6.9. Statische Längsstabilität

- 6.9.1. Die Steuerkräfte müssen mit der Geschwindigkeit so ansteigen, dass jede wesentliche Geschwindigkeitsänderung eine sinnrichtige Änderung der Steuerkraft erzeugt, die vom Piloten deutlich wahrgenommen werden kann.

- 6.9.2. Die Geschwindigkeit muss sich bei jeder konstanten Steuerauslenkung sinnrichtig und in angemessenem Verhältnis ändern.

## 6.10. Statische Kurs- und Querstabilität

- 6.10.1. Im Kurvenflug darf die Steuerkraft weder in Längsrichtung noch in seitlicher Richtung so groß werden, dass die Steuerung nur noch mit außergewöhnliche Anstrengung oder Geschicklichkeit möglich ist.

## 6.11. Dynamische Stabilität

- 6.11.1. Alle, zwischen der Überziehgeschwindigkeit und VDF auftretenden kurzperiodischen Schwingungen, müssen stark gedämpft sein. Diese Forderung muss bei allen allen zulässigen Motorleistungen erfüllt sein.

## 6.12. Trudeln und Spiralsturz

- 6.12.1. Es darf keine Neigung zum Trudeln oder zum Spiralsturz vorhanden sein.

## 6.13. Überziehverhalten

- 6.13.1. Nach langsamem Überziehen muss es beim Abkippen und bei der Wiederherstellung des normalen Flugzustandes ohne außergewöhnliche Geschicklichkeit möglich sein, mehr als 30° Querneigung zu verhindern.

- 6.13.2. Nach einer abrupt herbeigeführten Längsneigung von 30° über den Horizont darf das Abkippen nicht heftig sein und das Herbeiführen des Normalzustandes darf keiner außerordentlichen Geschicklichkeit des Piloten bedürfen.

## 6.14. Strömungsabriss

- 6.14.1. Der beginnende Strömungsabriss muss deutlich erkennbar sein.

## 6.15. Stabiler Sackflug

- 6.15.1. Der stabile Sackflug muss ohne besondere Geschicklichkeit des Piloten und ohne Einleitung einer Kurve unverzüglich beendet werden können.

## 7. Triebwerksanlage

### 7.1. Dauerbetrieb

- 7.1.1. Das Triebwerk muss einen stabilen Leerlauf haben und die maximale Dauerleistung dauerhaft und ohne Drehzahlschwankungen erbringen. Leistungsabfall, Überhitzung und andere Überlastungserscheinungen dürfen dabei nicht auftreten.

### 7.2. Kraftstoffbehälter

- 7.2.1. Der Kraftstoffbehälter kann abnehmbar sein. Er muss die folgenden Forderungen erfüllen:

- Es muss ein Behälter sein, der für Kraftstoff geeignet ist und der den zu erwartenden Flüssigkeitsbelastungen standhält.
- Über eine geeignete Füllstandsanzeige muss sichergestellt sein, dass der Pilot Anschluss über den Kraftstoffvorrat erhält.
- Der Kraftstoffbehälter ist gegen statische Ladungspotentiale elektrisch leitend an die Gerätestruktur anzuschließen.
- Die Tankentlüftung ist so auszulegen, dass das Auslaufen von Flüssigkeit in den zulässigen Fluglagen ausgeschlossen ist.
- Auf Gefährlichkeit des Kraftstoffes (brennbare Flüssigkeit) ist mittels gut sichtbarem Symbol hinzuweisen.

### 7.3. Kraftstoffleitungen

- 7.3.1. Die Leitungen sind aus dafür geeignetem Material vorzusehen und dürfen nicht an heißen Stellen des Motors anliegen. Scheuerstellen dürfen nicht auftreten.

### 7.4. Abstand der Luftschraube zu Bauteilen des Fluggerätes

- 7.4.1. Der radiale Abstand zwischen Blattspitzen und benachbarten Bauteilen des Fluggerätes muss mindestens 5 cm betragen. Insbesondere sind Federwege der Aufhängung zu berücksichtigen. Zum Motor bzw. Getriebe gilt ein axialer Mindestabstand von 1 cm. Alle Abstände gelten bei beweglichen Bauteilen des Fluggerätes für die ungünstigste Position.

### 7.5. Schwingungsdämpfung

- 7.5.1. Zwischen Triebwerk und Gerätestruktur sind Schwingungsdämpfer vorzusehen, die die Übertragung mechanischer Schwingungen auf die Rahmenstruktur weitgehend unterbinden. Die Schwingungsdämpfer müssen gegen Abreißen gesichert sein.

### 7.6. Abschaltmöglichkeit

- 7.6.1. Ein Ausschalter, der den Zündstrom der motorseitigen Zündanlage unterbricht bzw. das Triebwerk auf andere Weise schnellstmöglich stilllegt, ist bequem bedienbar vorzusehen und auffällig zu kennzeichnen.

## 8. Rettungssystem

- 8.1. Das verwendete Rettungssystem muss ein für Ultraleichtflugzeuge zugelassenes Muster sein.