



**DFS** Deutsche Flugsicherung

# NACHRICHTEN FÜR LUFTFAHRER

59. JAHRGANG

LANGEN, 24. MÄRZ 2011

**NfL II** 22 / 11

**Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen  
für ferngesteuerte, unbemannte Modell-Heißluft-Ballone mit einer höchstzulässigen  
Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg**



## **Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen für ferngesteuerte, unbemannte Modell-Heißluft-Ballone 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 ferngesteuerten, unbemannten Modell-Heißluft-Ballonen mit einer höchstzulässigen Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg bekannt.

### Inhalt

1. Geltungsbereich
  - 1.1 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 Nachweise
    - 2.4.1 Bodenversuche
    - 2.4.2 Flugversuche
3. Festigkeit
  - 3.1 Lasten
  - 3.2 Sicherheitszahl
  - 3.3 Festigkeit und Festigkeitsnachweis
  - 3.4 Steuerung
4. Elektrische Anlagen
  - 4.1 Unterlagen
  - 4.2 Belastbarkeit
  - 4.3 Verbindungen
  - 4.4 Energieversorgung
  - 4.5 Energiebilanz
  - 4.6 Zusatzfunktionen
  - 4.7 Drähte und Leitungen
  - 4.8 Hauptschalter
  - 4.9 elektrische Überbrückung
5. Fernsteuerungsanlage (Funkanlage)
  - 5.1 Allgemeines
  - 5.2 Schwingungen
  - 5.3 Antenne
  - 5.4 Reichweitenprüfung / Störfall
6. Gestaltung und Bauausführung
  - 6.1 Allgemeines
  - 6.2 Korb
  - 6.3 Ballonhülle
    - 6.3.1 Allgemeines
    - 6.3.2 Nähte und Lastbänder
    - 6.3.3 Schnellentleerung
  - 6.4 Gas- und Brenneranlage
    - 6.4.1 Allgemeines
    - 6.4.2 Gasleitungen

- 6.4.3 Befestigung der Brennstoffbehälter
- 6.4.4 Druckbeaufschlagte Brennstoffanlagen
- 6.4.5 Brenner
- 6.5 Mindestausrüstung

## 7. Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung

- 7.1 Flughandbuch
  - 7.2 Betriebsaufzeichnungen
- 

## 1. Geltungsbereich

### 1.1 Allgemeines

Diese Richtlinien gelten für ferngesteuerte, unbemannte Modell-Heißluft-Ballone mit einer höchstzulässigen Startmasse von mehr als 25 kg und bis zu 150 kg.

Ein Modell-Heißluft-Ballon ist ein Flugmodell, leichter als Luft, das seinen Auftrieb durch erhitzte Luft = statischer Auftrieb erhält und in der Luft getragen wird, ohne Antrieb durch irgendeine Kraftquelle. Die Hülle darf kein Gas, außer Luft und den normalen Verbrennungsprodukten enthalten.

Die Höchstmasse ist die größte Betriebsmasse des Modell-Heißluft-Ballons, ohne Berücksichtigung der von der Hülle umschlossenen Luftmasse.

Anmerkung: Modell-Heißluftschiffe sind keine Modell-Heißluft-Ballone im Sinne dieser Vorschrift.

Das Muster oder die Änderung des Musters eines Modell-Heißluft-Ballons wird auf Antrag bei den Beauftragten zugelassen, wenn die nachfolgend aufgeführten Lufttüchtigkeitsforderungen vollständig erfüllt sind. Bei Nichterfüllung einer oder mehrerer Forderungen ist ein Nachweis zu erbringen, der ein gleichwertiges Sicherheitsniveau ergibt.

## 2. Betriebsverhalten

### 2.1 Allgemeines

#### 2.1.1 Steuerbarkeit

Der Antragsteller muss nachweisen, dass der Modell-Heißluft-Ballon beim Start, im Steig- und Sinkflug sowie bei der Landung sicher beherrschbar und steuerbar (manövrierbar) ist.

#### 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 der Beladungszustände, für die die Zulassung gewünscht wird, nachgewiesen werden. Der Nachweis ist für alle Zustandsformen (z. B. Kameraausrüstung, Lastentransport etc.), in denen der Modell-Heißluft-Ballon betrieben werden soll, zu erbringen.

### 2.2 Grenzen der Lastverteilung

Die Massebereiche, in denen der Modell-Heißluft-Ballon 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 Modell-Heißluft-Ballons mit dem fest eingebauten Ballast und der festgelegten Ausrüstung. Die Leermasse ist unter Aussparung leicht entfernbarer Teile der Ausrüstung durch Wägung zu ermitteln. Als leicht entfernbar wird z. B. die zusätzliche Ausrüstung angesehen. Diese Leermasse muss so definiert sein, dass sie jederzeit wieder hergestellt werden kann.

## 2.4 Nachweise

### 2.4.1 Bodenversuche

Vor Beginn der Fahrversuche müssen alle Bodenfunktionsversuche durchgeführt sein. Insbesondere ist die einwandfreie Übertragung der Signale des Senders zum Empfänger und zu den jeweiligen Steuerungselementen der Fernsteueranlage zu prüfen. Gleiches gilt auch für eine an Bord befindliche Sendeeinrichtung, sofern vorhanden.

Alle sonstigen Betriebseinrichtungen sind zu überprüfen und die korrekte Funktion nachzuweisen.

### 2.4.2 Flugversuche

#### Steiggeschwindigkeit

Die Steigzeit des Ballons vom Erdboden auf Höhen, die ein sicheres Überfahren von Hindernissen erlauben, ist für die kritischste Kombination von Höchstmasse und Umgebungstemperatur zu ermitteln und im Flughandbuch anzugeben.

#### Sinkgeschwindigkeit

Die sich einstellende stationäre Sinkgeschwindigkeit bei Ausfall eines Systems oder Bauteils des brennstoffführenden Systems, das zur kritischsten Bedingung führt, ist bei der Höchstmasse zu ermitteln und im Flughandbuch anzugeben.

## 3. Festigkeit

### 3.1 Lasten

Die Festigkeitsforderungen sind durch die Angabe von sicheren Lasten (die höchsten im Betrieb zu erwartenden Lasten) und Bruchlasten festgelegt.

### 3.2 Sicherheitszahl

- a) Wo nicht gemäß Festlegungen unter nachfolgend b) und c) höhere Sicherheitszahlen verlangt werden, ist als Sicherheitszahl 1,5 einzusetzen.
- b) Für die Bemessung der Hülle sowie der vertikalen Lastbänder ist eine mindestens 5-fache Sicherheit (Sicherheitszahl 5 oder größer) vorzusehen. Die gewählte Sicherheitszahl ist dabei auf die kritischen Bedingungen – den höchsten Betriebsdruck oder einen sich einstellenden Spannungszustand – anzuwenden.
- c) Aus Fasermaterial bestehende sowie allgemein nichtmetallische Komponenten des Aufhängesystems der tragenden Einrichtung müssen mindestens 5-fache Sicherheit aufweisen (Sicherheitszahl 5 oder größer). Unabhängig von den eingesetzten Materialien sind die Aufhängungen des Tragesystems so ausreichend zu bemessen, dass das Versagen eines einzelnen Baugliedes die Sicherheit des Betriebes nicht gefährdet und ein gesamtes Versagen äußerst unwahrscheinlich ist.

Erläuterung: Für metallische Teile, einschließlich Seilverbindungen, die zum Aufhängesystem gehören, sollte ein Sicherheitsvielfaches von mindestens 3,5 in Ansatz gebracht werden. (Sicherheitszahl 3,5 oder größer).

- d) Der Einfluss der Temperatur sowie sonstige Betriebsbedingungen, die die Festigkeit des Modell-Heißluft-Ballons beeinträchtigen können, sind im Festigkeitsansatz zu berücksichtigen.

### 3.3 Festigkeit und Festigkeitsnachweis

- a) Der Festigkeitsverband muss imstande sein, die sicheren Lasten aufzunehmen, ohne dass bleibende Verformungen oder sonstige schädliche Wirkungen auftreten
- b) Der Festigkeitsverband muss imstande sein, Bruchlasten mindestens 3 Sekunden lang in einem statischen Bruchversuch zu ertragen, ohne dass ein Versagen auftritt. Der Nachweis der Festigkeitsforderungen muss den gesamten Betriebsbereich des Modell-Heißluft-Ballons abdecken. Rechnerische Nachweise können dabei nur für solche Bauweisen anerkannt werden, für die auf Grund von Erfahrungen nachgewiesen ist, dass die Berechnung zuverlässige Ergebnisse liefert. In anderen Fällen müssen Belastungsversuche durchgeführt werden. Das eventuelle Einreißen der Hülle und der Ausfall eines Riss-Stoppers bzw. eines horizontalen Lastbandteiles zwischen zwei vertikalen Lastbändern müssen im Festigkeitsverband berücksichtigt sein. Belastungsversuche für die Hülle können mit Teilen der Hülle durchgeführt werden, sofern die Abmessungen dieser Teile groß genug sind, um kritische Konstruktions- und Ausführungsdetails wie Werkstoffübergänge, Lastbefestigungspunkte, Nähte usw. zu erhalten
- c) Der Korb muss allgemein robust ausgeführt sein. Hohe Nachgiebigkeit der Korbkonstruktion bei insgesamt nur elastischer Verformbarkeit sind als wesentliche Bestandteile anzusehen.

Erläuterung: Metallkörbe oder andere nicht ausreichend Energie absorbierende Konstruktionen aus Metall und/oder Nicht-Metall erfüllen im Allgemeinen nicht die an die Korbkonstruktion gestellten Anforderungen.

Durch einen Versuch ist die Festigkeit und Verformungseigenschaft nachzuweisen. Der Versuch muss die Massewirkung und Energie-Absorbierung auf den Korb in Abhängigkeit der Höchstmasse so realistisch wie möglich nachstellen. Dazu muss der Korb auf einer horizontalen Betonfläche aus einer Höhe von 1 m unter einem Winkel von 0°, 15° und 30° aufkommen. Als Ergebnis des Versuchs dürfen keine starken Verwindungen, keine bleibenden Verformungen/Schäden entstehen oder Leckagen am Gassystem auftreten.

### 3.4 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 aufgenommen werden können.

Es müssen Servotypen mit Stellkräften verwendet werden, die unter Berücksichtigung von Ballongröße und Art der Anlenkung den zu erwartenden Stellkräften beim Betrieb des Modell-Heißluft-Ballons angemessen sind.

## 4. Elektrische Anlagen

### 4.1 Unterlagen

Für die gesamte modellseitige elektrische Anlage ist ein schematischer Schaltplan mit allen Komponenten zu erstellen. Hierbei ist die Positionierung der Kabelführung für den HF-Standpunkt unbedinglich.

Der schematische Schaltplan muss alle Entstör-Drosseln und galvanische Trennungen, sowie Metall- und Karbon-Teile und deren Verbindungen beinhalten. Zur Erläuterung ist eine entsprechende Dokumentation beizufügen.

### 4.2 Belastbarkeit

Die maximale Belastbarkeit der elektrischen Leitungen darf nicht überschritten werden.

#### 4.3 Verbindungen

Als Kabelverbindung bzw. -anschluss sind nur Steck- und Klemmverbindungen zulässig. Steckverbindungen sind zu sichern.

#### 4.4 Energieversorgung

Die Art der verwendeten Akkus muss für den Verwendungszweck geeignet sein. Die Empfangsanlage muss von zwei unabhängigen Akkus mit einer Doppelstromversorgung mit Stromverteiler betrieben werden.

#### 4.5 Energiebilanz

Es ist eine Energiebilanz aufzustellen.

#### 4.6 Zusatzfunktionen

Zusatzfunktionen sind an eine gesonderte Versorgung anzuschließen.

#### 4.7 Drähte und Leitungen

Alle elektrischen Leitungen müssen aus flexiblen Drähten bestehen und in Bündeln verlegt sein. Ein ausreichender Abstand zu wärme- oder hitzebildenden Quellen ist zu gewährleisten. Ggf. sind wärme- oder hitzeschützende Maßnahmen an der betreffenden Stelle der Kabelführung vorzusehen.

#### 4.8 Hauptschalter

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

#### 4.9 elektrische Überbrückung

Zur Vermeidung von „Knackimpulsen“ sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

### 5. Fernsteuerungsanlage (Funkanlage)

#### 5.1 Allgemeines

Es dürfen nur Fernsteuerungen eingesetzt werden, welche den geltenden Vorschriften der Bundesnetzagentur hinsichtlich Einsatz und Verwendung für Modellflugzeuge entsprechen. Die geltenden Vorschriften der Agentur sind zu beachten.

Die Echtzeit-Steuerung durch die Fernsteuerungsanlage (Funkanlage) muss jederzeit gegeben sein. Der Modell-Heißluft-Ballon muss den Sender-Signalen in jedem Betriebszustand (außer Funkausfall) folgen.

#### 5.2 Schwingungen

Empfänger, Servos und Akkus müssen stoßgeschützt eingebaut sein.

#### 5.3 Antenne

Die Länge der Antenne sowie deren Verlegung müssen den Angaben des Fernsteuerungsherstellers entsprechen.

#### 5.4 Reichweitenprüfung / Störfall

Eine Reichweitenprüfung ist gemäß den Angaben des Fernsteuerungsherstellers durchzuführen. Die Fernsteueranlage muss über eine Einrichtung verfügen, die im Störfall das Einschalten der Hauptbrenner und dadurch einen unkontrollierten Brennerbetrieb ausschließt. Als Störung wird der Ausfall von Steuersignalen oder eine Frequenzdoppelbelegung angenommen. In simulierten Störfällen ist dieser Funktionsnachweis zu erbringen.

Bei Vorhandensein oder möglichem Ausrüsten mit einer der folgenden Einrichtungen:

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

ist der durchgeführte Reichweitentest sowie die Störfallsimulation ein zweites Mal mit allen laufenden Einrichtungen durchzuführen.

## 6. Gestaltung und Bauausführung

### 6.1 Allgemeines

Jedes Bauteil muss auf geeignete Weise gegen Verrottung oder Festigkeitsverlust durch Bewitterung, Korrosion oder andere Einflüsse geschützt werden.

Jedes Bedienorgan muss, um die ihm zugedachte Funktion erfüllen zu können, leicht ansprechen, leichtgängig sein und genügend Wirkung hervorrufen. Verwechslungen und Fehlbedienungen müssen durch Anordnung und Kennzeichnung weitgehend ausgeschlossen sein.

Die angewendeten Herstellungsverfahren müssen durchgehend einwandfreie Festigkeitsverbände ergeben. Im Festigkeitsverband verwendete Bolzen, Stifte und Schrauben müssen gesichert sein. Für Bolzen, die im normalen Betrieb Drehbewegungen unterworfen sind, dürfen keine selbstsichernden Muttern verwendet werden.

Damit die Teile zugänglich sind, die im Rahmen der regelmäßigen Kontrollen und Wartungsarbeiten überprüft und nachgestellt werden müssen, sind Vorkehrungen zu treffen.

### 6.2 Korb

Der Korb darf sich nicht unabhängig von der Hülle drehen.

Das Aufhängesystem darf gegenüber der Hülle Drehungen bis zu 20° ausführen.

Die tragenden Seile der Korbaufhängung sind derart unter dem Korbboden durchzuführen, dass eine Beschädigung während des normalen Betriebes unwahrscheinlich ist.

Aus Weidengeflecht oder Peddingrohr hergestellte Korbböden sollten durch 3-4 Holzschienen verstärkt werden.

Die aus Stahlseilen bestehenden Seilverbindungen zwischen Hülle und Korb müssen aus nicht-rostendem Material hergestellt werden.

### 6.3 Ballonhülle

#### 6.3.1 Allgemeines

Das maximal zulässige Hüllenvolumen ist auf 300 m<sup>3</sup> beschränkt.

Als Ballon-Hüllenmaterial ist geeignetes Nylon- oder Polyester-Rip-Stop-Gewebe zu verwenden. Um zu verhindern, dass sich Risse in einem gefährlichen Ausmaß ausbreiten, sind je nach Größe der Hülle und Bahnen/Felder, zusätzlich Riss-Stopper einzuarbeiten oder sonstige risshemmende Vorkehrungen zu treffen.

Der untere Hüllenbereich und das Windtuch sind aus einem hitzefesten Nomex-Stoff anzufertigen.

#### 6.3.2 Nähte und Lastbänder

In Abhängigkeit von Größe und Ausführung der Ballonhülle sind entsprechende Nahttechniken (z.B. Kapp-Naht, Doppel-Kappnaht etc.) sowie Lastbänder vorzusehen.

#### 6.3.3 Schnellentleerung

Die Hülle muss über eine von Hand bedienbare Einrichtung verfügen, welche ein Ablassen der heißen Luft in der Auf- / Abrüstphase ermöglicht (vgl. Parachute beim Originalballon).

## 6.4 Gas- und Brenneranlage

### 6.4.1 Allgemeines

Der Brenner und die dazugehörigen sonstigen Einrichtungen sowie die Brennstoffanlage einschließlich der Brennstoffbehälter müssen so gestaltet sein, dass jede Art von Versagen, sei es durch technischen Defekt, Verschleiß oder Alterung der Gesamtanlage oder Teilen davon, den Ballon nicht gefährden. Über die verwendeten Brennstoffbehälter sind entsprechende Herstellernachweise vorzulegen.

### 6.4.2 Gasleitungen

Alle Gasleitungen, wie zum Beispiel starre oder flexible Leitungen sollen verschraubt sein. Bei Verwendung von Schnellkupplungen müssen diese für das vorgesehene Medium bestimmt sein – ein Nachweis ist vorzulegen. Hinweis: Schnellkupplungsstücke aus dem Druckluftbereich, sind keine geeigneten Verbindungen für Gase sowie Flüssiggase und sind nicht zugelassen! Die Gasversorgung wird nur aus im Ballonkorb mitgeführten Flaschen entnommen – eine Fernleitung zu am Boden mitgeführten Gasflaschen ist nicht erlaubt.

### 6.4.3 Befestigung der Brennstoffbehälter

Die Vorrichtungen zur Befestigung der Brennstoffbehälter müssen, einschließlich der sie tragenden Strukturen, ohne Versagen alle vorkommenden Beschleunigungslasten aufnehmen können.

### 6.4.4 Druckbeaufschlagte Brennstoffanlagen

Jedes Bauteil einschließlich seiner Anschlusselemente einer unter Druck stehenden Brennstoffanlage muss eine garantierte Druckfestigkeit von mindestens dem zweifachen des Höchstdruckes, dem die Anlage unter normalen Betriebs-Bedingungen ausgesetzt ist, aufweisen. Sämtliche Bauteile der Brennstoffanlage sowie die Anlage insgesamt mit allen Aufhängungen und Befestigungen müssen allgemein robust ausgeführt sein und allen Beschleunigungslasten und Stoßbeanspruchungen, denen sie im Betrieb ausgesetzt sein könnten, widerstehen. Insbesondere sind ungeschützte Starrteile, für die bei Hartlandungen die Gefahr des Abreißens besteht, zu vermeiden.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass sämtliche Bauteile der Brennstoffanlage im Fluge direkt hinter den Brennstoffbehältern drucklos geschaltet werden können.

### 6.4.5 Brenner

Der Brenner muss einschließlich Zünd- und Regeleinrichtung so gestaltet und eingebaut sein, dass eine Brandgefahr ausgeschlossen ist. Bauteile nahe der Brennerflamme sind vor übermäßiger Hitzeeinwirkung zu schützen. Der Brenner muss über die für einen kontrollierten und sicheren Betrieb notwendigen Regelungs- und sonstigen Einrichtungen verfügen. Diese müssen sowohl unter Normal- als auch bei Notfallbedingungen ihre vorgesehenen Funktionen erfüllen können. Der Pilotbrenner für das Wiederanzünden des Hauptbrenners muss ausreichend gegen Böen- und Regeneinwirkung geschützt sein.

## 6.5 Mindestausrüstung

Ladekontrollanzeige für Sender und Empfangsanlage.

Die folgenden Flugüberwachungsgeräte müssen eingebaut sein: ein Variometer sowie ein Höhenmesser oder eine Kombination aus beiden Geräten

## 7. Anweisung für Betrieb und Instandhaltung

### 7.1 Flughandbuch

Die Betriebsgrenzen sowie alle anderen Angaben, die den Modell-Heißluft-Ballon kennzeichnen und für den sicheren Betrieb des Modell-Heißluft-Ballons notwendig sind, müssen im Flugbuch aufgeführt sein.

Mindestens folgende Angaben müssen im Flugbuch vorhanden sein:

- Beschreibung des Modell-Heißluft-Ballons und seiner technischen Einrichtungen mit erläuternden Skizzen
- Benennung der Betriebsgrenzen
- Benennung des Betriebsstoffes sowie höchstzulässiger Betriebsdruck der Brennstoffanlage
- Angaben über Maßnahmen zur Ermittlung und Überprüfung der Maximal-Hüllen-Innentemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur und Beladung
- Angaben zu den Aufstiegsmöglichkeiten in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und Windgeschwindigkeit
- Beschreibung von Notverfahren
- Beschreibung von Normalverfahren mit Angabe der ermittelten Steig- und Sinkleistungen in Tabellen- oder Kurvenform
- Unterlagen für die Instandhaltung und Prüfung
- Check vor Flugbeginn
- Landung
- Check nach Beendigung des Fluges

## 7.2 Betriebsaufzeichnungen

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

Braunschweig, den 02.03.2011

Az: T32ZKr2-2010601/11

Luftfahrt-Bundesamt

Im Auftrag

Z r e n n e r