

Bekanntmachung von Lufttüchtigkeitsforderungen für Ultraleichtubschrauber

LTF – ULH

vom 28.02.2019

Inhaltsverzeichnis

2 - 8

Vorwort:	8
1. Zweck	8
2. Erläuterungen	8
3. Aufbau der Bauvorschriften.....	8
4. Begriffsbestimmungen, Abkürzungen und Bezeichnungen	8
A – Allgemeines	11
LTF-ULH.1 Anwendbarkeit	11
B – Betriebsverhalten	11
- Allgemeines -	11
LTF-ULH.21 Nachweisführung.....	11
LTF-ULH.25 Massengrenzen.....	12
LTF-ULH.27 Schwerpunktgrenzen.....	12
LTF-ULH.29 Leermasse und zugehörige Schwerpunktlage	12
LTF-ULH.31 Herausnehmbarer Ballast.....	13
LTF-ULH.33 Hauptrotordrehzahl und Blattstellwinkelgrenzen	13
- Flugleistungen -	13
LTF-ULH.45 Allgemeines.....	13
LTF-ULH.51 Start	14
LTF-ULH.65 Steigflug	14
LTF-ULH.71 Gleitflugleistung.....	14
LTF-ULH.73 Schwebeflugleistungen.....	14
LTF-ULH.75 Landung	14
LTF-ULH.79 Höhen-Geschwindigkeitsdiagramm	14
- Flugeigenschaften -	15
LTF-ULH.141 Allgemeines.....	15
LTF-ULH.143 Steuer- und Manövrierbarkeit	15
LTF-ULH.151 Flugsteuerung	16
LTF-ULH.161 Trimmung	16
LTF-ULH.171 Stabilität: Allgemein.....	16
LTF-ULH.173 Statische Längsstabilität.....	16

LTF-ULH.175	Nachweis der statischen Längsstabilität	16
LTF-ULH.177	Statische Richtungsstabilität	17
-	Eigenschaften am Boden und auf Wasser -	17
LTF-ULH.231	Allgemeines	17
LTF-ULH.235	Rollbedingungen	17
LTF-ULH.239	Eigenschaften bei Spritzwasser	17
LTF-ULH.241	Bodenresonanz	17
-	Sonstige Anforderungen -	17
LTF-ULH.251	Vibrationen	17
C –	Festigkeit	17
-	Allgemeines -	17
LTF-ULH.301	Lasten	17
LTF-ULH.303	Sicherheitsfaktor	18
LTF-ULH.305	Festigkeit und Verformung	18
LTF-ULH.307	Festigkeitsnachweis	18
LTF-ULH.309	Auslegungsgrenzen	19
-	Fluglasten -	19
LTF-ULH.321	Allgemeines	19
LTF-ULH.337	Sichere Manöver-Lastvielfache	19
LTF-ULH.339	Resultierende sichere Manöverlasten	19
LTF-ULH.341	Böenlasten	19
LTF-ULH.351	Gierbelastungen	20
LTF-ULH.361	Triebwerksdrehmomente	20
-	Leitwerks- und Steuerungslasten -	20
LTF-ULH.391	Allgemeines	20
LTF-ULH.395	Steuerungsanlagen	20
LTF-ULH.397	sichere Pilotenkräfte und Drehmomente	20
LTF-ULH.399	Doppelsteuerungsanlagen	21
LTF-ULH.411	Bodenfreiheit: Schutz des Drehmomentenausgleichs	21
LTF-ULH.413	Flossen- und Leitwerksflächen	21
LTF-ULH.427	Unsymmetrische Belastungen	21
-	Bodenlasten -	21
LTF-ULH.471	Allgemeines	21
LTF-ULH.473	Belastungen am Boden und Annahmen	22
LTF-ULH.475	Reifen und Stoßdämpfer	22
LTF-ULH.479	Landebedingungen: Räder-Landewerk	22
LTF-ULH.501	Landebedingungen: Kufen-Landewerk	22
LTF-ULH.505	Landebedingungen mit Schneekufen	23
-	Wasserlasten -	23
LTF-ULH.521	Landebedingungen mit Schwimmern	23

- Anforderungen an die Hauptkomponenten -	23
LTF-ULH.547 Hauptrotor	23
LTF-ULH.549 Rumpf, Landewerk, Rotor-Getriebeeinheit und Triebwerksaufhängung	24
- Notlandebedingungen -	24
LTF-ULH.561 Allgemeines.....	24
LTF-ULH.563 Notlandebedingungen auf Wasser.....	25
LTF-ULH.571 Ermüdungseigenschaften der Struktur des ULH.....	25
D – Gestaltung und Bauausführung.....	25
- Allgemeines -	25
LTF-ULH.601 Auslegung	25
LTF-ULH.602 Kritische Bauteile.....	26
LTF-ULH.605 Herstellungsverfahren	26
LTF-ULH.607 Verbindungselemente.....	26
LTF-ULH.609 Schutz der Struktur.....	26
LTF-ULH.611 Voraussetzungen für Prüfung und Inspektion	26
LTF-ULH.613 Festigkeitseigenschaften und Auslegungswerte von Werkstoffen.....	27
LTF-ULH.619 Weitere Sicherheitsfaktoren.....	27
LTF-ULH.629 Flattern.....	27
- Rotoren -	28
LTF-ULH.653 Druckausgleich und Drainage von Rotorblättern.....	28
LTF-ULH.659 Massenausgleich.....	28
LTF-ULH.661 Freigängigkeit der Rotorblätter	28
LTF-ULH.663 Maßnahmen zur Verhinderung von Bodenresonanz.....	28
- Steuerungssysteme -	28
LTF-ULH.671 Allgemeines.....	28
LTF-ULH.674 Miteinander verbundene Steuer.....	28
LTF-ULH.675 Anschläge	29
LTF-ULH.679 Verriegelung des Steuerungssystems	29
LTF-ULH.683 Funktionstests	29
LTF-ULH.685 Elemente des Steuerungssystems	29
LTF-ULH.687 Federelemente	30
LTF-ULH.691 Autorotation – Steuerungsmechanismen.....	30
LTF-ULH.698 Einbau beweglicher Steuerflächen	30
- Landewerk -	30
LTF-ULH.723 Versuche zur Landestoßaufnahme.....	30
LTF-ULH.725 Landewerk – Fallversuch mit sicherer Last.....	30
LTF-ULH.727 Landewerk – Fallversuch mit Bruchlast	31
LTF-ULH.731 Räder und Reifen	31
LTF-ULH.735 Bremsen.....	31
LTF-ULH.737 Skis	32

- Schwimmer-.....	32
LTF-ULH.751 Schwimmer	32
- Kabine und Gepäckräume -	32
LTF-ULH.771 Pilotenkabine.....	32
LTF-ULH.773 Sicht aus der Pilotenkabine	32
LTF-ULH.775 Windschutzscheiben und Fenster	32
LTF-ULH.777 Bedienorgane in der Pilotenkabine	32
LTF-ULH.779 Bewegung und Wirkung der Bedienorgane in der Pilotenkabine.....	32
LTF-ULH.783 Türen.....	33
LTF-ULH.785 Sitze und Anschnallgurte	33
LTF-ULH.787 Gepäckräume.....	34
LTF-ULH.807 Notausstiege	34
LTF-ULH.831 Belüftung	34
- Brandschutz -	35
LTF-ULH.857 Elektrische Verbindungen.....	35
LTF-ULH.859 Heizungsanlagen.....	35
LTF-ULH.861 Brandschutz für den Festigkeitsverband, für die Steuerung und andere Teile	35
LTF-ULH.863 Brandschutz für brennbare Flüssigkeiten.....	35
- Sonstiges -	35
LTF-ULH.871 Nivelliermarken.....	35
LTF-ULH.873 Vorkehrungen zur Ballastaufnahme.....	35
E – Triebwerksanlage.....	36
- Allgemeines -	36
LTF-ULH.901 Einbau	36
LTF-ULH.903 Triebwerk	36
LTF-ULH.907 Triebwerksvibrationen	37
- Rotor-Antriebssystem -	37
LTF-ULH.917 Ausführung.....	37
LTF-ULH.921 Rotorbremse.....	38
LTF-ULH.923 Versuche an Rotorantriebs- und Steuerungssystemen.....	38
LTF-ULH.927 Zusätzliche Prüfungen.....	38
LTF-ULH.931 Kritische Wellendrehzahl	38
LTF-ULH.935 Wellenverbindungen.....	38
LTF-ULH.939 Betriebseigenschaften des Triebwerks	39
- Kraftstoffanlage -	39
LTF-ULH.951 Allgemeines.....	39
LTF-ULH.955 Kraftstoffzufuhr	39
LTF-ULH.959 Nicht ausfliegbare Kraftstoffmenge.....	39
LTF-ULH.961 Betrieb des Kraftstoffsystems bei heißem Wetter	39
LTF-ULH.963 Kraftstofftanks: Allgemeines	40

LTF-ULH.965	Kraftstofftankprüfung	40
LTF-ULH.967	Einbau von Kraftstofftanks.....	40
LTF-ULH.971	Kraftstofftank-Sumpf.....	41
LTF-ULH.973	Kraftstoffeinfüllstutzen	41
LTF-ULH.975	Kraftstofftank- und Vergaserbelüftung	41
LTF-ULH.977	Kraftstofffilter und –sieb.....	41
-	Komponenten der Kraftstoffanlage -	41
LTF-ULH.991	Kraftstoffpumpe	41
LTF-ULH.993	Kraftstoffleitungen und –verbindungen	42
LTF-ULH.995	Kraftstoffventile.....	42
LTF-ULH.999	Drainage des Kraftstoffsystems	42
-	Schmierstoffanlage -	42
LTF-ULH.1011	Triebwerk: Allgemeines	42
LTF-ULH.1013	Schmierstoffbehälter.....	42
LTF-ULH.1015	Prüfung von Schmierstoffbehältern.....	43
LTF-ULH.1017	Schmierstoffleitungen und –anschlüsse.....	43
LTF-ULH.1019	Ölfilter oder –siebe	43
LTF-ULH.1021	Drainage des Ölsystems.....	44
LTF-ULH.1027	Getriebe und Rotorantriebe	44
-	Kühlung -	44
LTF-ULH.1041	Allgemeines.....	44
LTF-ULH.1045	Kühlversuchsverfahren.....	44
-	Flüssigkeitskühlung -	45
LTF-ULH.1061	Einbau	45
LTF-ULH.1063	Kühlmitteltankversuch	46
-	Ansauganlage -	46
LTF-ULH.1091	Luftzufuhr	46
LTF-ULH.1093	Schutz der Luftzufuhr gegen Vereisung.....	46
-	Abgasanlage -	46
LTF-ULH.1121	Allgemeines.....	46
LTF-ULH.1123	Abgasanlage	47
-	Bedienung des Triebwerks und Zusatzausrüstungen.....	47
LTF-ULH.1141	Steuerung des Antriebssystems: Allgemeines	47
LTF-ULH.1143	Triebwerkssteuerung	47
LTF-ULH.1145	Zündschalter.....	47
LTF-ULH.1151	Bedienung der Rotorbremse.....	47
LTF-ULH.1163	Triebwerkshilfsgeräte	48
LTF-ULH.1165	Triebwerkszündanlage	48
-	Triebwerks-Brandschutz -	48
LTF-ULH.1183	Leitungen, Armaturen und Komponenten	48

LTF-ULH.1191	Brandschotte	48
LTF-ULH.1193	Triebwerksverkleidungen und -abdeckungen.....	49
F – Ausrüstung.....		49
- Allgemeines -		49
LTF-ULH.1301	Funktion und Einbau.....	49
LTF-ULH.1303	Flug- und Navigationsinstrumente	50
LTF-ULH.1305	Triebwerksinstrumente	50
LTF-ULH.1307	Sonstige Ausrüstung	50
LTF-ULH.1309	Ausrüstung, Systeme und Einbauten.....	51
- Instrumenteneinbau –		51
LTF-ULH.1321	Anordnung und Ablesbarkeit	51
LTF-ULH.1322	Warn-, Vorsichts- und Hinweislichter	51
LTF-ULH.1323	Fahrtmesseranlage.....	51
LTF-ULH.1325	Statische Druckanlage.....	51
LTF-ULH.1327	Magnetkompass	52
LTF-ULH.1337	Triebwerksüberwachungsgeräte.....	52
- Elektrische Anlagen und Ausrüstung -		52
LTF-ULH.1351	Allgemeines.....	52
LTF-ULH.1353	Aufbau und Einbau von Akkumulatoren.....	52
LTF-ULH.1361	Hauptschalteranordnung	53
LTF-ULH.1365	Elektrische Leitungen	53
LTF-ULH.1367	Schalter	53
- Lichter -		53
LTF-ULH.1401	Zusammenstoßwarnleuchte (ACL)	53
- Sicherheitsausrüstung -		54
LTF-ULH.1411	Sicherheitsausrüstung	54
Funk- und Navigationsausrüstung.....		54
LTF-ULH.1431	Allgemeines.....	54
G – Betriebsgrenzen und Angaben.....		54
- Allgemeines -		54
LTF-ULH.1501	Allgemeines.....	54
- Betriebsgrenzen -		54
LTF-ULH.1505	Geschwindigkeiten	54
LTF-ULH.1509	Rotordrehzahlen.....	55
LTF-ULH.1519	Masse und Schwerpunktlage.....	55
LTF-ULH.1521	Triebwerksbetriebsgrenzen	55
LTF-ULH.1527	Maximale Betriebshöhe	55
LTF-ULH.1529	Wartungs- und Betriebshandbuch	56
- Markierungen und Hinweisschilder -		56
LTF-ULH.1541	Allgemeines.....	56

LTF-ULH.1545	Geschwindigkeitsmesser	57
LTF-ULH.1547	Magnetkompass	57
LTF-ULH.1549	Triebwerksüberwachungsinstrumente	57
LTF-ULH.1551	Ölstandsanzeige.....	57
LTF-ULH.1553	Kraftstoffvorratsanzeige.....	57
LTF-ULH.1555	Markierungen der Bedienelemente.....	58
LTF-ULH.1557	Sonstige Markierungen und Beschriftungen	58
LTF-ULH.1561	Sicherheitsausrüstung	58
LTF-ULH.1565	Heckrotor.....	58
-	Flughandbuch und genehmigte Unterlagen -	58
LTF-ULH.1581	Allgemeines.....	58
LTF-ULH.1583	Betriebsgrenzen	59
LTF-ULH.1585	Betriebsanweisung	59
LTF-ULH.1587	Leistungsangaben	60
LTF-ULH.1589	Beladungsinformation.....	60

Vorwort:

1. Zweck

Diese Lufttüchtigkeitsforderungen legen Mindestforderungen für die in Punkt **LTF-ULH.1** definierten Ultraleichte Hubschrauber (ULH) fest, die sicherstellen sollen, dass die Verwendung der ULH für den beabsichtigten Zweck unbedenklich ist und die Sicherheit des Luftverkehrs sowie die öffentliche Sicherheit und Ordnung nicht gefährdet werden.

2. Erläuterungen

(a) Die in diesen Bauvorschriften zusammengefassten Forderungen für ULH sollten nicht als Zusammenfassung des gegenwärtigen Luftfahrttechnischen Wissens betrachtet werden. Diese Bauvorschrift stellt keine Bauanleitung dar. Es wird vielmehr vorausgesetzt, dass der Benutzer bereits Fachkenntnis besitzt und diese Vorschriften nur zur Kontrolle all seiner Nachweisaktivitäten verwendet. Auf Basis dieses Wissens ist daher eine Interpretation aller Forderungen notwendig.

(b) Abschnitte mit unverbindlichem Inhalt enthalten grundsätzlich die Begriffe "sollte" oder "kann". Diese werden im Text verwendet für Aussagen empfehlender oder generell zulässiger Natur.

(c) Bei Forderungen, die qualitative Begriffe enthalten, (z.B. "deutlich sichtbar" oder "in angemessener Weise erprobt"), ist in Zweifelsfällen mit der zulassenden Stelle eine Entscheidung herbeizuführen.

(d) Entstehen beim Benutzer grundsätzliche Fragestellungen bezüglich von ihm gewählter Bauausführungen oder Nachweisführungsmethoden, die nicht eindeutig in diesen Bauvorschriften zu finden sind, so sind diese mit der zulassenden Stelle abzustimmen.

(e) Wenn ULH technische Merkmale haben sollen oder unter Bedingungen betrieben werden sollen, für die diese Bauvorschriften nicht anwendbar sind, sind hierfür abgestimmte technische Forderungen festzulegen, die in die Bauvorschrift zu integrieren sind.

3. Aufbau der Bauvorschriften

(a) Die Bauvorschriften sind in sieben Abschnitte mit fortlaufenden Buchstaben gegliedert, unter denen sich jeweils entsprechende sachbezogene Gebiete befinden.

(b) Das Inhaltsverzeichnis ist eine Aufzählung aller Forderungen der in den Abschnitten behandelten Gebiete.

(c) Die Nummerierung der Kapitel und Absätze erfolgt mit ansteigender Buchstaben- / Ziffernfolge, in Analogie zu bestehenden internationalen Standards.

4. Begriffsbestimmungen, Abkürzungen und Bezeichnungen

Technische Begriffe:

Anschnallgurte: Anschnallgurte im Sinne dieser Vorschrift sind vierteilige Gurte, bestehend aus einem Schulterband für jede Schulter und zwei Beckengurteilen.

Feuerhemmend: In einer erklärten Brandzone bezeichnet „feuerhemmend“ bei Bauteilen und Teilen der Ausrüstung die Fähigkeit eines Werkstoffes, den Temperatureinwirkungen einer „Standardflamme“ für einen Zeitraum von 5 Minuten standzuhalten.

Feuersicher: In einer erklärten Brandzone bezeichnet „feuersicher“ bei Bauteilen und Teilen der Ausrüstung die Fähigkeit eines Werkstoffes, den Temperatureinwirkungen einer „Standardflamme“ für einen Zeitraum von 15 Minuten standzuhalten.

Standardflamme: Eine Standardflamme soll die Auswirkungen eines möglichen Triebwerksbrandes nachbilden. Hierbei sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

- Temperatur der Flamme: 1020 °C
- Wärmestromdichte: 106 kW/m²

Fortschrittsgrad: Der Fortschrittsgrad μ ist das Verhältnis aus dem Anteil der Vorwärtsgeschwindigkeit in der Rotorebene zu der Rotorblattspitzengeschwindigkeit, bei reiner Betrachtung der Drehbewegung des Rotorblattes.

Hauptsteuerungsorgane: Hauptsteuerungsorgane werden vom Piloten genutzt, um den Anstell-, Schiebe- und Rollwinkel und die vertikale Bewegung zu kontrollieren/steuern.

Kabine: Kabine bezeichnet den Bereich, in dem die Insassen sitzen. Sie kann offen oder geschlossen sein.

Pilotenkabine: Pilotenkabine bezeichnet den Bereich des ULH, der für die Wahrnehmung der Aufgaben des Piloten vorgesehen ist. Sie kann offen oder geschlossen sein.

Abkürzungen:

ACL Zusammenstoßwarnleuchte (Anti-Collision Light)

MSL Normalnull nach Standardatmosphäre (Mean Sea Level)

V_D Auslegungsgeschwindigkeit

V_{NE} höchstzulässige Geschwindigkeit, die nie überschritten werden darf

V_{NE (ohne Triebwerksleistung)} höchstzulässige Geschwindigkeit, die nie überschritten werden darf, wenn keine Triebwerksleistung zur Verfügung steht.

V_H maximale Horizontalgeschwindigkeit

V_γ Geschwindigkeit für bestes Steigen

IAS Angezeigte Geschwindigkeit (indicated airspeed – IAS). Die Geschwindigkeit, die ein Staudruck-Fahrtmesser anzeigt, jedoch ohne Berichtigung der Fehler der Fahrtmesseranlage

ISA Internationale Standardatmosphäre (International Standard Atmosphere)

MTOM höchstzulässige Abflugmasse (Maximum Take-Off Mass)

° Grad

A – Allgemeines

LTF-ULH.1 Anwendbarkeit

Diese Bauvorschrift gilt für Luftsportgeräte der Luftfahrzeugart Ultraleichte Hubschrauber (ULH) mit einer höchstzulässigen Abflugmasse, die

- 600 kg ohne Schwimmer
- 650 kg mit Schwimmer

nicht überschreitet.

Weiterhin müssen die ULH von einfacher Bauart sein, mit maximal einem Triebwerk, für maximal zwei Insassen, mit Kufenlandewerk oder feststehendem Räderfahrwerk.

Der Betrieb ist auf Sichtflugbedingungen am Tage begrenzt.

Ausgenommen sind:

- Kippkopfsteuerung,
- Autopilot,
- automatische Fluglagestabilisierung,
- hydraulische Steuerung,
- E-Antrieb,
- Raketenantrieb und
- Kunstflug.

B – Betriebsverhalten

- Allgemeines -

LTF-ULH.21 Nachweisführung

Die Forderungen dieses Abschnitts müssen für die ungünstigsten Massen- und Schwerpunktkombinationen innerhalb des Bereichs der Beladungszustände nachgewiesen werden und zwar durch Versuche an einem ULH des Musters, für den die Zulassung angestrebt wird.

(a) Instrumentierung für Flugversuche:

(1) Für die Versuche muss der ULH mit geeigneten Geräten ausgerüstet sein, die es in einfacher Weise gestatten, die notwendigen Messungen und Beobachtungen zu dokumentieren.

(2) In einem frühen Versuchsstadium sind die Messgenauigkeit der Instrumente sowie deren Korrekturkurven zu ermitteln. Dabei muss besonders auf die Abweichung des Fahrtmessersystems geachtet werden.

(b) Vor Aufnahme der Flugversuche müssen folgende Bodenversuche abgeschlossen sein:

(1) Versuche gemäß **LTF-ULH.395**, **LTF-ULH.683** und **LTF-ULH.923**.

- (2) Protokollierte Messung der max. Blattstellwinkel der Haupt- und Heckrotorblätter und deren Bedienelemente zur Feststellung der Übereinstimmung mit den konstruktiven Vorgaben.
- (c) Zusätzlich ist vor Aufnahme der Flugversuche ein statischer Festigkeitsnachweis aller wichtigen Komponenten wie Rotorblätter, Rotorkopf, Rotormast, Steuerung, Leitwerke usw. mit dargelegten sicheren Lastannahmen zu erbringen.
- (d) Vor Erteilung der Musterzulassung muss
- (1) die Festigkeit aller kritischen Komponenten durch Bruchlastversuche nachgewiesen werden,
 - (2) eine Flugerprobung über mindestens 100 Flugstunden erfolgen und
 - (3) die sichere Last in Versuchen ohne plastische Verformung nachgewiesen werden.

LTF-ULH.25 Massengrenzen

Die Nachweise aller Forderungen dieser LTF-ULH sind für die maximale und minimale Abflugmasse zu erbringen, für die die Zulassung des ULH angestrebt wird. Es gelten folgende Festlegungen:

- (1) Die maximale Abflugmasse muss so festgelegt sein, dass sie nicht größer ist als die größte vom Antragsteller festgelegte Masse, maximal jedoch die höchstzulässige Abflugmasse nach **LTF-ULH.1**.

Die maximale Abflugmasse ist die größte Masse, mit der die Strukturnachweise und die fliegerischen Nachweise erbracht werden.

- (2) Die maximale Abflugmasse inkl. der geforderten Mindestausrüstung muss so festgelegt sein, dass sie nicht kleiner ist als die Leermasse des ULH gemäß **LTF-ULH.29**, zuzüglich einer Insassenmasse von 110 kg für einen einsitzigen ULH oder einer Insassenmasse von 200 kg für einen doppelsitzigen ULH, zuzüglich eines Kraftstoffvorrates für eine Stunde Flug bei Reiseleistung.

- (3) Die minimale Abflugmasse ist nicht mehr als die Summe aus der Leermasse plus der Masse des Piloten. Die Pilotenmasse, mit der die Nachweise erbracht wurden, muss im Flughandbuch angegeben werden und ist die kleinste zulässige Pilotenmasse. Die Pilotenmasse kann sich aus der Masse des Piloten und einer geeigneten Zusatzmasse zusammensetzen.

LTF-ULH.27 Schwerpunktgrenzen

Es ist die vorderste und hinterste kritische, und soweit erforderlich, die kritischste seitliche Schwerpunktlage für alle Massengrenzen gemäß **LTF-ULH.25** zu ermitteln. Daraus ist der zulässige Schwerpunktbereich festzulegen. Die extremen zulässigen Schwerpunktlagen dürfen nicht außerhalb der Grenzen liegen:

- (1) die vom Antragsteller gewählt wurden,
- (2) mit denen die Struktur überprüft wurde, oder
- (3) für die die Erfüllung der entsprechenden Fluganforderungen nachgewiesen wurde.

LTF-ULH.29 Leermasse und zugehörige Schwerpunktlage

(a) Die Leermasse und die zugehörige Schwerpunktlage müssen durch Wägung des ULH ohne Insassen und ohne Nutzlast, aber mit:

- (1) festem Ballast,
- (2) der gemäß **LTF-ULH.959** ermittelten nicht ausfliegbaren Kraftstoffmenge, und dem

(3) Höchstfüllstand der nötigen Betriebsstoffe, darunter Öle und andere für den normalen Betrieb des ULH erforderlichen Betriebsstoffe ermittelt werden.

(b) Der Zustand des ULH muss zum Zeitpunkt der Leermassenermittlung genau definiert und reproduzierbar sein.

LTF-ULH.31 Herausnehmbarer Ballast

Herausnehmbarer Ballast darf mitgeführt werden, um die Forderungen von **Abschnitt B – Betriebsverhalten** zu erfüllen. Die Befestigung ist gemäß **LTF-ULH.561** auszulegen.

LTF-ULH.33 Hauptrotordrehzahl und Blattanstellwinkelgrenzen

(a) Hauptrotordrehzahlgrenzen.

Der Bereich der Hauptrotordrehzahl muss so gewählt werden,

(1) dass dieser bei laufendem Triebwerk genug Spielraum bietet, dass bei jedem zugelassenen Manöver und der zugehörigen Rotordrehzahländerung die Leistungsregelung oder ein Synchronisationssystem entsprechend nachregeln kann und

(2) dass bei stehendem Triebwerk und für alle Geschwindigkeits- und Massenbereiche, für die die Zulassung angestrebt wird, die zugehörigen Autorotationsmanöver möglich sind.

(b) Normalbereich des geringsten Rotorblattanstellwinkels (stehendes Triebwerk).

Es ist nachzuweisen,

(1) dass der normale Anschlag der kollektiven Hauptrotorblatteinstellung für den geringsten Hauptrotorblattanstellwinkel bei allen Autorotationsbedingungen und für alle kritischen Massen- und Geschwindigkeitskombinationen eine ausreichende Rotordrehzahl sicherstellt und

(2) dass ein Überdrehen des Rotors ohne außergewöhnliche Pilotenfähigkeit verhindert werden kann.

(c) Warnung bei zu geringer Hauptrotordrehzahl.

Es ist eine Hauptrotordrehzahlwarnung mit folgenden Eigenschaften vorzusehen:

(1) Nähert sich die Hauptrotordrehzahl einem Wert, der den sicheren Flug gefährdet, so muss bei allen Flugzuständen, sowohl bei laufendem als auch bei stehendem Triebwerk, der Pilot eindeutig gewarnt werden.

(2) Die Warnung kann durch eine aerodynamische Eigenschaft des ULH oder durch mindestens eine Vorrichtung erfolgen.

(3) Die Warnung muss unter allen Umständen klar und deutlich und von allen anderen Warnungen unterscheidbar sein. Ein rein visuelles Instrument, das eine Überwachung durch den Piloten erfordert, ist nicht zulässig.

(4) Das Warngerät hat sich automatisch zu deaktivieren bzw. zurückzusetzen, sobald die Mindestdrehzahl wieder erreicht ist.

- Flugleistungen -

LTF-ULH.45 Allgemeines

Der Nachweis der Übereinstimmung mit den Leistungsanforderungen dieses Abschnitts muss auf Windstille unter Zugrundelegung der Standardatmosphäre in Meereshöhe bezogen werden.

LTF-ULH.51 Start

(a) Der Start muss mit Startleistung, Startdrehzahl und vorderster Schwerpunktlage so durchführbar sein, dass bei Ausfall des Triebwerks an jeder Stelle des Abflugpfads eine sichere Landung ohne außergewöhnliche Pilotenfähigkeiten oder besondere Bedingungen möglich ist.

(b) Unterparagraph (a) muss für den gesamten Höhen- und Massenbereich erfüllt werden, für den die Zulassung angestrebt wird.

LTF-ULH.65 Steigflug

Die Steigrate muss bei maximaler Dauerleistung ermittelt werden und zwar

- (1) bei der Geschwindigkeit des besten Steigens V_y ,
- (2) von Meereshöhe bis zur maximalen Flughöhe des ULH und
- (3) für alle Massen- und Temperaturbereiche, für die die Zulassung angestrebt wird.

LTF-ULH.71 Gleitflugeistung

Für die Autorotation sind die Fluggeschwindigkeiten für das geringste Sinken und für den besten Gleitwinkel zu ermittelt und zwar für die Minimal-, die Maximalmasse und für die vom Antragsteller gewählte(n) Rotordrehzahl(en).

LTF-ULH.73 Schwebeflugeleistungen

Die Schwebeflug-Gipfelhöhe muss für den gesamten angestrebten Massen-, Höhen- und Temperaturbereich ermittelt werden, mit

- (1) Startleistung und
- (2) dem ULH im Bodeneffekt in einer Schwebeflughöhe, die einem normalen Startverfahren entspricht und
- (3) der Startplatzhöhe maximal so hoch, dass mit normalem Startverfahren gestartet werden kann.

LTF-ULH.75 Landung

Sichere Landungen müssen bei allen vom Antragsteller festgelegten Schwerpunktlagen und Massen möglich sein. Der ULH muss mit normaler Pilotenerfahrung und ohne besonders günstige Bedingungen zu landen sein, und zwar

- (1) bei der vom Antragsteller gewählten und für das Muster angemessenen Anflug- oder Sinkfluggeschwindigkeit und
- (2) aus der Autorotation.

LTF-ULH.79 Höhen-Geschwindigkeitsdiagramm

Für alle Höhen- und Geschwindigkeitskombinationen (inklusive Schwebeflug), unter denen eine sichere Landung bei Leistungsverlust durch eine Autorotation nicht mehr möglich ist, sind die unzulässigen Bereiche in einem Höhen-Geschwindigkeits-Diagramm für die Maximalmasse zu ermitteln und darzustellen.

- Flugeigenschaften -

LTF-ULH.141 Allgemeines

Der ULH muss

- (a) die Bedingungen dieses Abschnitts erfüllen, und zwar für
 - (1) die im Betrieb erwarteten Flughöhen und Temperaturen,
 - (2) alle kritischen Beladezustände im Massen- und Schwerpunktbereich, für den die Zulassung angestrebt wird,
 - (3) alle Geschwindigkeits- und Rotordrehzahlbereiche mit Triebwerksleistung, für den die Zulassung angestrebt wird und
 - (4) alle Geschwindigkeits- und Rotordrehzahlbereiche ohne Triebwerksleistung, für den die Zulassung angestrebt wird.
- (b) bei allen Betriebszuständen in der Lage sein, einschließlich plötzlichem Leistungsabfall, den gewünschten Flugzustand aufrecht zu erhalten und weich von einem zum anderen Flugzustand überzugehen, ohne besondere Anforderungen an das Können, die Aufmerksamkeit und Kraftanstrengung des Piloten und ohne Gefahr der Überschreitung des sicheren Lastvielfachen.

LTF-ULH.143 Steuer- und Manövrierbarkeit

- (a) Der ULH muss sicher steuer- und manövrierbar sein
 - (1) im stationären Flug und
 - (2) bei jedem Manöver, einschließlich
 - (i) Start
 - (ii) Steigflug
 - (iii) Horizontalflug
 - (iv) Kurvenflug
 - (v) Sinkflug
 - (vi) Landung (mit und ohne Triebwerksleistung)
 - (vii) Wiederherstellung eines motorgetriebenen Fluges aus einer Autorotation heraus
 - (viii) Autorotation
- (b) Der zyklische Steuerbereich muss eine ausreichende Roll- und Nicksteuerung bei V_{NE} mit
 - (1) kritischer Masse,
 - (2) kritischer Schwerpunktlage,
 - (3) kritischer Rotordrehzahl und
 - (4) mit und ohne Triebwerksleistung erlauben.
- (c) Die Manövrierbarkeit (z.B. Seitenwindstarts, Seitwärts- und Rückwärtsflug) muss bei einer Windgeschwindigkeit von mindestens 7m/s, am oder nahe dem Boden, ohne Verlust der Steuerbarkeit, demonstriert werden, bei
 - (1) kritischer Masse,
 - (2) kritischer Schwerpunktlage,
 - (3) kritischer Rotordrehzahl und

(4) Höhen von MSL bis zur größten Höhe, für die Start und Landung zugelassen werden sollen.

(d) Der ULH muss nach komplettem Triebwerksausfall über dem gesamten Geschwindigkeits- und Flughöhenbereich, für den die Zulassung angestrebt wird, steuerbar bleiben, auch wenn dieser Leistungsabfall bei maximaler Dauerleistung und kritischer Masse auftritt. Der Übergang in die Autorotation ist mit einer Pilotenreaktionszeit von 1 Sekunde im Reiseflug und mit normaler Pilotenreaktionszeit von mindestens 0,3 Sekunden in allen anderen Flugzuständen nachzuweisen

LTF-ULH.151 Flugsteuerung

(a) Längs-, Quer-, Gier- und Kollektivsteuerung müssen frei von übermäßiger/m Losbrechkraft/-moment, Reibung oder Vorspannung sein.

(b) Steuerkräfte und -spiel dürfen eine leichte und direkte Reaktion des ULH auf Steuereingaben nicht behindern.

LTF-ULH.161 Trimmung

Die Trimmung, falls vorgesehen,

(1) muss in der Lage sein, Längs-, Quer-, Gier- und Kollektivsteuerungskräfte, einzeln oder in Kombination zu reduzieren und

(2) darf nicht zu unerwünschten Sprüngen im Steuerkraftverlauf führen.

LTF-ULH.171 Stabilität: Allgemein

Der ULH muss vom Piloten ohne übermäßige Ermüdung oder Anstrengung in allen normalen Flugbedingungen für die Dauer eines normalen Einsatzes fliegbar sein. Es müssen mindestens drei Starts und Landungen vorgeführt werden.

LTF-ULH.173 Statische Längsstabilität

(a) Die Längssteuerung muss so gestaltet sein, dass ein "Ziehen" am zyklischen Steuerknüppel zu einer niedrigeren Geschwindigkeit und ein "Drücken" zu einer größeren Geschwindigkeit als im ausgetrimmten Zustand führt.

(b) Die Steigung des Graphen, in dem die Position des Längssteuers über der Geschwindigkeit aufgetragen wird, darf eine negative Steigung für im Schwebeflug im Bodeneffekt festgelegte Schwebeflugbedingungen haben, wenn die negative Bewegung nicht mehr als 10% des gesamten Steuerweges beträgt.

LTF-ULH.175 Nachweis der statischen Längsstabilität

Die statische Längsstabilität ist für folgende Flugmanöver, bei denen sich der ULH in einem ausgetrimmten Flugzustand befindet, nachzuweisen. Dabei sind die Manöver mit fest eingestellter Triebwerksleistungs- und Kollektivsteuerung, kritischer Masse und kritischer Schwerpunktlage durchzuführen.

(1) Steigen mit maximaler Dauerleistung und Vorwärtsgeschwindigkeit im Bereich bestes Steigen (von $0,85 V_Y$ bis $1,2 V_Y$), ausgehend von einem ausgetrimmten Zustand bei V_Y .

(2) Horizontalflug mit Geschwindigkeiten von $0,7 V_H$ bis $1,1 V_H$, ausgehend von einem getrimmten Zustand bei $0,9 V_H$ und mit einer Leistungseinstellung für einen Horizontalflug bei $0,9 V_H$. Sollte V_H größer als V_{NE} sein, müssen diese Nachweise mit V_{NE} durchgeführt werden.

(3) Autorotation von 50% der Geschwindigkeit des besten Gleitens bis V_{NE} oder $1,1 V_{NE}$ (ohne Triebwerksleistung), wenn dieser Wert unter LTF-ULH.1505 festgelegt wurde.

(4) Schwebeflug im Bodeneffekt bis zu einer Vorwärtsgeschwindigkeit von 7 m/s und bis zu der Rückwärtsgeschwindigkeit, für die die Zulassung angestrebt wird.

LTF-ULH.177 Statische Richtungsstabilität

Die positive statische Richtungsstabilität ist mit fest eingestellter Leistung und Kollektivsteuerung und unter den gemäß **LTF-ULH.175 (1)** und **(2)** vorgegeben Trimmbedingungen nachzuweisen. Dies muss nachgewiesen werden durch stetig wachsenden Steuerweg der Richtungssteuerung vom ausgetrimmten Zustand bis zu einem Schiebewinkel von $\pm 10^\circ$. Das Erreichen der Schiebefluggrenzen muss für den Piloten erkennbar sein.

- Eigenschaften am Boden und auf Wasser -

LTF-ULH.231 Allgemeines

Der ULH muss beim Betrieb am Boden und auf Wasser sicher beherrschbar sein und darf keine Neigungen haben, die zu einem unkontrollierbaren Zustand führen.

LTF-ULH.235 Rollbedingungen

Der ULH muss so konstruiert sein, dass er den Lasten widerstehen kann, die auftreten, wenn er über die unebenste Bodenstruktur rollt, für die die Zulassung angestrebt wird.

LTF-ULH.239 Eigenschaften bei Spritzwasser

Bei der Zulassung des ULH zum Betrieb auf Wasser darf bei Fahrt auf dem Wasser, Starten oder Landen durch Spritzwasser weder die Pilotensicht beeinträchtigen noch dürfen Rotoren sowie andere Komponenten des ULH beschädigt werden.

LTF-ULH.241 Bodenresonanz

Der ULH darf beim An- und Abstellen des Rotors und bei drehendem Rotor im zulässigen Drehzahlbereich keine gefährlichen Tendenzen bezüglich Bodenresonanz aufweisen.

- Sonstige Anforderungen -

LTF-ULH.251 Vibrationen

Alle Komponenten des ULH müssen im gesamten Bodenbetrieb und Flugbereich, für die die Zulassung angestrebt wird, frei von übermäßigen Vibrationen sein.

C – Festigkeit

- Allgemeines -

LTF-ULH.301 Lasten

(a) Die Festigkeitsanforderungen sind durch Angabe der sicheren Lasten (die höchsten im Betrieb erwarteten Lasten) und der Auslegungs-Bruchlasten (sichere Lasten multipliziert mit

den vorgeschriebenen Sicherheitsfaktoren) festgelegt. Wenn nicht anders vorgeschrieben, sind die angegebenen Lasten sichere Lasten.

(b) Sofern nicht anders vorgeschrieben, sind für alle Bauteile des ULH die angegebenen Luft-, Boden- und Wasserlasten mit den Massenkräften ins Gleichgewicht zu setzen. Diese Lasten sind so zu verteilen, dass sie die realen Verhältnisse entweder gut annähern oder konservativ wiedergeben.

(c) Wenn Verformung unter Last eine signifikante Änderung der Verteilung der externen und internen Lasten bewirkt, muss diese Änderung der Verteilung berücksichtigt werden.

LTF-ULH.303 Sicherheitsfaktor

Als Sicherheitsfaktor muss 1,5 eingesetzt werden, wenn kein anderer Wert gefordert ist. Dieser Faktor ist auf äußere Lasten und Trägheitslasten anzuwenden.

LTF-ULH.305 Festigkeit und Verformung

(a) Die Struktur muss sichere Lasten ohne schädigende und dauerhafte Verformungen ertragen können. Bei allen Lasten bis hin zu den sicheren Lasten dürfen die Verformungen den sicheren Betrieb nicht beeinträchtigen.

(b) Die Struktur muss Bruchlasten ohne Versagen ertragen. Dies ist nachzuweisen in

(1) einem statischen Versuch mit mindestens 3 Sekunden einwirkenden Bruchlasten, oder

(2) durch dynamische Versuche, die reale Belastungen simulieren.

LTF-ULH.307 Festigkeitsnachweis

(a) Für die im Betrieb auftretenden kritischen Belastungsfälle ist für die Struktur die Erfüllung der Anforderungen dieses Abschnitts hinsichtlich Festigkeit und Verformung nachzuweisen. Statische oder Ermüdungs-Analysen theoretischer Art sind nur für Strukturen erlaubt, für die die verwendete Nachweismethode erfahrungsgemäß zuverlässig ist. Ansonsten müssen Nachweisversuche erfolgen.

(b) Vor Erteilung der Musterzulassung muss die Festigkeit aller kritischen Komponenten durch Bruchlastversuche nachgewiesen werden. Als kritische Bauteile gelten mindestens:

- die Rotoren, einschließlich Rotorblätter und Rotorblattanschluss,
- der Rotorkopf (unter anderem Hängtest),
- die Rotorantriebe,
- das Steuerungssystem, vom Steuerorgan in der Pilotenkabine bis zu den Rotoren,
- das Landewerk (unter anderem Fallversuch),
- der Heckausleger,
- die Steuerflächen,
- die Triebwerksaufhängung,
- die Sitze und deren tragender Festigkeitsverband und
- eventuell Bauteile mit ungewöhnlicher Bauweise.

(c) An Rotoren und Rotorantrieben müssen Betriebsversuche durchgeführt werden.

(d) An kritischen Bauteilen müssen Belastungsmessungen im Fluge durchgeführt werden.

LTF-ULH.309 Auslegungsgrenzen

Folgende Werte und Grenzen sind für die Lasten und den Festigkeitsnachweis festzulegen:

- (1) die Maximalmasse (MTOM),
- (2) die Drehzahlgrenzen des Hauptrotors – mit und ohne Triebwerksleistung,
- (3) die höchsten Auslegungsgeschwindigkeit V_D für alle Hauptrotordrehzahlen in den Grenzen von Punkt (2),
- (4) die Höchstgeschwindigkeiten bei Rückwärts- und Seitwärtsflug,
- (5) die Schwerpunktbereiche gemäß den Punkten (2), (3) und (4),
- (6) die Drehzahl-Verhältnisse zwischen Triebwerk und allen damit verbundenen rotierenden Bauteilen und
- (7) die positiven und negativen sicheren Manöver-Lastvielfachen.

- Fluglasten -

LTF-ULH.321 Allgemeines

(a) Das Fluglastvielfache ist vertikal zur Längsachse des ULH, vom gleichen Betrag und gegensinnig zu der mit dem Lastvielfachen beaufschlagten Massenkraft des ULH im Schwerpunkt anzusetzen.

(b) Die Erfüllung der Forderungen der Fluglasten ist zu zeigen

- (1) von der kleinsten bis zur größten Auslegungsmasse und
- (2) für alle möglichen Verteilungen der Zuladung innerhalb der im Betriebshandbuch festgelegten Grenzen.

LTF-ULH.337 Sichere Manöver-Lastvielfache

Der ULH muss ausgelegt sein für:

- (1) sichere Manöverlastvielfache von +3,5 bis -1,0, oder
- (2) von (1) abweichende Manöverlastvielfache können verwendet werden, wenn analytisch und in Flugversuchen gezeigt werden kann, dass diese Grenzen höchst unwahrscheinlich über- bzw. unterschritten werden. Dabei dürfen die Grenzen des Manöverlastvielfachen nicht kleiner als +2.0 bzw. nicht größer als -1.0 angenommen werden.

LTF-ULH.339 Resultierende sichere Manöverlasten

Es wird angenommen, dass die Lasten, die sich aus der Anwendung der sicheren Abfang-Lastvielfachen ergeben,

- am Mittelpunkt jeder Rotornabe und jeder zusätzlichen Auftriebsfläche angreifen und
- in Richtung und mit einer derartigen Lastverteilung zwischen Rotoren und zusätzlichen Auftriebsflächen wirken,

dass jede kritische Abfangbedingung, einschließlich Flug mit und ohne Leistung, mit dem größten Auslegungsfortschrittsgrad μ berücksichtigt wird.

LTF-ULH.341 Böenlasten

Der ULH ist so auszulegen, dass er bei allen kritischen Geschwindigkeiten, einschließlich Schweben, Belastungen aus vertikalen Böen von 10 m/s standhält.

LTF-ULH.351 Gierbelastungen

(a) Jeder ULH muss so konstruiert sein, dass er den Luftkräften bei 15° Schiebewinkel bei V_{NE} und bei 90° Schiebewinkel bei $0,6 V_{NE}$ standhält.

(b) Neben den Forderungen aus (a) muss die Heckauslegerstruktur noch die Lasten aus folgendem Lastfall aushalten:

Maximaler Schub am Heckrotor mit am Boden fixiertem ULH, unter Berücksichtigung der maximalen Leitwerkslasten nach **LTF-ULH.413** und des Gierbelastungsfaktors **1,5**.

LTF-ULH.361 Triebwerksdrehmomente

(a) Das sichere Triebwerksdrehmoment darf nicht kleiner sein als das maximale Drehmoment (gemittelt über einen Umlauf), das im Betrieb auftreten kann, bei gleichzeitiger Wirkung der sicheren positiven Lastvielfachen aus **LTF-ULH.337**, multipliziert mit dem entsprechenden Faktor gemäß der folgenden Tabelle.

Zahl der Zylinder	Zweitakt-Motoren					Viertakt-Motoren					Turbine
	1	2	3	4	≥ 5	1	2	3	4	≥ 5	
Faktor	6	3	2,5	1,5	1,33	8	4	3	2	1,33	1,25

(b) Für Turbinenantriebe müssen die Drehmomente, die bei plötzlichem Turbinenstillstand durch Fehler oder Strukturschäden auftreten, neben den Forderungen des Absatzes (a) nachgewiesen werden.

- Leitwerks- und Steuerungslasten -

LTF-ULH.391 Allgemeines

Jeder Rotor, jede feste oder bewegliche Stabilisierungs- oder Steuerfläche und alle Systeme zur Flugsteuerung müssen die Forderungen gemäß **LTF-ULH.395**, **.397**, **.399**, **.411**, **.413** und **.427** erfüllen.

LTF-ULH.395 Steuerungsanlagen

(a) Von der Pilotensteuerung bis zu den Anschlägen müssen alle Teile der Steuerung so ausgelegt sein, dass sie den Pilotenkräften gemäß **LTF-ULH.397** standhalten.

(b) Jede Primärsteuerung und ihre tragende Struktur müssen Lasten gemäß den in **LTF-ULH.397** vorgeschriebenen Pilotenlasten ohne bleibende Verformung standhalten.

(c) Wenn die Auslegung des Systems derart gestaltet ist, dass Teile des Systems die sicheren Pilotenkräfte gemäß **LTF-ULH.397** nicht erfahren können, dann müssen der Auslegung dieser Teile des Systems die Lasten zugrunde gelegt werden, die bei normalem Betrieb angreifen. Die kleinsten Auslegungslasten müssen zumindest ein robustes System gewährleisten und Ermüdung, Blockieren, Windböen am Boden und Lasten aus Trägheits- und Reibkräften berücksichtigen. Ohne analytische Berechnung sind wenigstens 60 % der sicheren Pilotenlasten gemäß **LTF-ULH.397** als kleinste Auslegungslasten anzunehmen.

LTF-ULH.397 sichere Pilotenkräfte und Drehmomente

(a) Die Lasten für die sicheren Pilotenkräfte der Hauptsteueranlage sind:

(1) Pedale: 580 N,

(2) Steuerknüppel zyklisch: 350 N längs und 200 N quer,

(3) Steuerhebel kollektiv: 350 N.

(b) Nebensteuerungsanlagen sind bei Handbetätigung mit 150 N und bei Fußbetätigung mit 580 N anzusetzen.

LTF-ULH.399 Doppelsteuerungsanlagen

Doppelsteuerungsanlagen müssen das 0,75-fache der Pilotenkräfte von **LTF-ULH.397** aushalten, wenn die Kräfte

- (1) für gleichzeitige Betätigung durch beide Piloten in gleicher Richtung und
- (2) für gleichzeitige Betätigung durch beide Piloten in entgegengesetzter Richtung wirken.

LTF-ULH.411 Bodenfreiheit: Schutz des Drehmomentenausgleichs

(a) Es darf keine Möglichkeit bestehen, dass der Drehmomentenausgleich den Boden bei normaler Landung berührt.

(b) Sollte ein Schutz zur Erfüllung des Unterabschnitts (a) erforderlich sein, muss folgendes erfüllt sein:

- (1) es sind geeignete Lastannahmen für den Schutz vorzusehen und
- (2) es müssen der Schutz und dessen umgebende Struktur so konstruiert sein, dass diese den Belastungen standhalten.

LTF-ULH.413 Flossen- und Leitwerksflächen

Höhen- und Seitenleitwerke müssen so bemessen sein, dass sie die zu erwartenden maximalen Luftkräfte und die zu erwartenden Massenkräfte sicher aufnehmen.

LTF-ULH.427 Unsymmetrische Belastungen

(a) Höhenleitwerksflächen und ihre tragende Struktur müssen derart ausgelegt sein, dass sie unsymmetrischen Lasten, die durch die Gierbewegung und den Rotorabwind verursacht werden, standhalten.

(b) Solange keine genauen Berechnungen vorliegen müssen folgende Belastungsfälle nachgewiesen werden. Es können rechteckige Lastverteilungen angenommen werden:

- (1) Jede Leitwerksseite erfährt 100% ihrer Maximallast bei symmetrischer Anströmung, während die andere Seite unbelastet ist.
- (2) Jede Leitwerksseite erfährt 50% ihrer Maximallast bei symmetrischer Anströmung, während die andere Seite entgegengesetzt mit dem gleichen Betrag belastet wird.

(c) Bei einer Leitwerksanordnung, bei der das Höhenleitwerk durch ein Seitenleitwerk unterstützt wird, müssen die Seitenleitwerksflächen zusätzlich mit gleichem Betrag wie unter

(b) festgelegt in der ungünstigsten Kombination belastet werden.

- Bodenlasten -

LTF-ULH.471 Allgemeines

(a) Lasten und Gleichgewicht

Für die sicheren Lasten am Boden gilt:

- (1) Die sicheren Belastungen durch Bodenkräfte sind als äußere Lasten und Trägheitskräfte zu betrachten, die auf den Festigkeitsverband der Struktur des ULH einwirken.

(2) In jeder zu betrachtenden Landesituation müssen die äußeren Lasten mit den Trägheitslasten ins Gleichgewicht gesetzt werden.

(b) Kritische Schwerpunktlagen

Aus den Schwerpunktlagen im Betriebsbereich, für den die Zulassung angestrebt wird, ist die für jedes Fahrwerkselement ungünstigste Schwerpunktlage zu wählen, die die höchsten Auslegungslasten ergibt.

LTF-ULH.473 Belastungen am Boden und Annahmen

(a) Für festgelegte Landebedingungen muss die maximale Masse gemäß **LTF-ULH.25** angesetzt werden. Es darf angenommen werden, dass während des gesamten Landestoßes der Rotorauftrieb im Schwerpunkt des ULH angreift. Der Rotorauftrieb darf bis zu $\frac{2}{3}$ der maximalen Abflugmasse betragen.

(b) Der ULH muss so gestaltet sein, dass er mindestens dem sicheren Lastvielfachen gemäß **LTF-ULH.725** standhält.

LTF-ULH.475 Reifen und Stoßdämpfer

Sofern nicht anders vorgeschrieben, müssen Reifen in ihrer statischen Position und Stoßdämpfer in ihren kritischsten Lagen für jede definierte Landebedingung angenommen werden.

LTF-ULH.479 Landebedingungen: Räder-Landewerk

Für die Landung wird angenommen, dass sich der ULH in der normalen, schublosen Fluglage befindet. Die Radlasten werden bei maximaler Abflugmasse angenommen.

(a) Hauptfahrwerk

Die vertikale Last an jedem Rad des Hauptfahrwerks muss das 2-fache der Radlast betragen und zwar in Verbindung mit der ungünstigsten Kombination von Widerstands- und Seitenlasten mit dem 0,5-fachen der jeweiligen Radlast. Wenn Bremsen eingebaut sind, muss die Widerstandslast auf das 0,8-fache der jeweiligen Radlast erhöht werden.

(b) Bugräder

Die vertikale Last an jedem Bugrad muss das 1,5-fache der jeweiligen Radlast betragen, und zwar in Verbindung mit der ungünstigsten Kombination von Widerstand und Seitenlasten mit dem 0,5-fachen der jeweiligen Radlast.

Bei zwei Bugrädern muss eine Lastverteilung von 40:60 berücksichtigt werden.

(c) Spornräder

Die vertikale Last an jedem Spornrad muss das 1,5-fache der jeweiligen Radlast betragen und zwar in Verbindung mit der ungünstigsten Kombination von Widerstand und Seitenlasten mit dem 0,5-fachen der jeweiligen Radlast.

(d) Notsporne

Notsporne dienen lediglich zum Schutz der Primär- oder Sekundärstruktur und sollen als Gleit- oder Rollenkonstruktion den Beanspruchungen standhalten.

(e) Rollen

Die Lasten aus **LTF-ULH.235** sind anzunehmen.

LTF-ULH.501 Landebedingungen: Kufen-Landewerk

Der ULH mit Kufen-Landewerk muss so ausgelegt sein, dass er folgende Bedingungen erfüllt: Die Kufenlasten werden bei maximaler Abflugmasse angenommen.

(1) Die Auslegungsmasse, der Schwerpunkt und das Lastvielfache müssen gemäß **LTF-ULH.471**, **.473** und **.475** bestimmt werden.

(2) Eine plastische Verformung der Federelemente des Kufen-Landewerkes durch die Nutzung innerhalb von zugelassenen Betriebsgrenzen ist unter folgenden Voraussetzungen zulässig:

- (i) Es ist eine maximal zulässige plastische Verformung der Federelemente als verbindliche Betriebsgrenze des ULH festgelegt, und
- (ii) im Betriebshandbuch des ULH gemäß **LTF-ULH. 1529** sind entsprechende Prüfpunkte und Austausch Kriterien verbindlich festgelegt, und
- (iii) es ist nachgewiesen, dass bei der zulässigen plastischen Verformung keine Beeinträchtigung der Funktion, Festigkeit und Lebensdauer des Landewerkes auftritt, und
- (iv) die maximal zulässige plastische Verformung der Federelemente muss im Fallversuch mit Bruchlast gemäß **LTF-ULH.727** berücksichtigt werden.

(3) Widerstandslasten (Reibung) entlang der Kufe bei Rutschlandungen müssen berücksichtigt werden.

Die vertikale Last an jeder Kufe muss das 1,5-fache der jeweiligen Kufenlasten betragen, und zwar in Verbindung mit der ungünstigsten Kombination von Widerstand und Seitenlasten mit dem 0,25-fachen der jeweiligen Kufenlast.

LTF-ULH.505 Landebedingungen mit Schneekufen

Wird eine Zulassung für den Betrieb mit Schneekufen angestrebt, dann muss der mit Schneekufen ausgerüstete ULH für folgende Lasten ausgelegt sein.

- (a) Die vertikale Last an jeder Schneekufe muss das 1,5-fache der jeweiligen Kufenlast betragen, und zwar in Verbindung mit der horizontalen Last von 25 % der jeweiligen Kufenlast.
- (b) Die seitliche Last von 35 % der jeweiligen Kufenlast wirkt an den Lagern der Schneekufen.
- (c) Auf die Lager der Schneekufen wirkt das maximal mögliche Drehmoment um die Hochachse, das vom Drehmomentenausgleich hervorgerufen wird.

- Wasserlasten -

LTF-ULH.521 Landebedingungen mit Schwimmern

Für eine Zulassung zum Betrieb auf dem Wasser, gelten für die Befestigung der (des) Schwimmer(s) die Lastannahmen nach **LTF-ULH.473**. Die Tragfähigkeit der (des) Schwimmer(s) muss so ausgelegt sein, dass er (sie) den Anforderungen gemäß **LTF-ULH.751** entspricht (entsprechen). Seitenlasten und Längslasten müssen zur Hälfte der Lasten aus **LTF-ULH.501** angenommen werden.

- Anforderungen an die Hauptkomponenten -

LTF-ULH.547 Hauptrotor

- (a) Jede Hauptrotoreinheit (einschließlich Rotornabe und Rotorblätter) ist gemäß diesem Abschnitt nachzuweisen.
- (b) Der Hauptrotor muss den Belastungen von **LTF-ULH.337** bis **.341** standhalten und zwar
 - (1) den kritischen Fluglasten und

- (2) den sicheren, bei normaler Autorotation wirkenden Lasten unter Berücksichtigung des zugelassenen Rotordrehzahlbereichs.
- (c) Der Hauptrotor muss so konstruiert sein, dass er Lasten standhält, die folgenden Fällen entsprechen:
- (1) Stoßkräfte auf Rotorblätter, Rotorköpfe und Schlaggelenke, die beim Anschlag der Blätter gegen ihre Anschläge im Bodenbetrieb entstehen und
 - (2) alle anderen kritischen Zustände, die im Normalbetrieb zu erwarten sind.
- (d) Das Antriebsdrehmoment unter Berücksichtigung von **LTF-ULH.361** ist auf die Hauptrotorstruktur anzuwenden.

LTF-ULH.549 Rumpf, Landwerk, Rotor-Getriebeeinheit und Triebwerksaufhängung

- (a) Rumpf, Landwerk, Rotor-Getriebeeinheit und Triebwerksaufhängung sind wie nachfolgend beschrieben nachzuweisen. Resultierende Rotorkräfte dürfen als eine im Zentrum des Rotorkopfes angreifende Einzellast betrachtet werden.
- (b) Alle Strukturen müssen so ausgelegt sein, dass sie
- (1) die geforderten kritischen Lasten gemäß **LTF-ULH.337**, **.339** und **.341**,
 - (2) die Bodenlasten gemäß **LTF-ULH.471**, **.473**, **.501**, **.505** und **.521** und
 - (3) die geforderten Lasten gemäß **LTF-ULH.547** aushalten.
- (c) Die Triebwerksaufhängung samt deren Anbindungsstrukturen ist für Lasten gemäß **LTF-ULH.337**, **.339** und **.341**, der Landung, einschließlich des Triebwerksdrehmoments (Antriebswellen) gemäß **LTF-ULH.361** auszulegen.

- Notlandebedingungen -

LTF-ULH.561 Allgemeines

- (a) Der ULH muss so wie in diesem Paragraphen beschrieben ausgelegt sein, um alle Insassen bei Notlandungen zu schützen, auch wenn der ULH unter Notlandebedingungen beschädigt wird.
- (b) Die Struktur muss so ausgelegt sein, dass sie jeden Insassen mit hoher Wahrscheinlichkeit vor schweren Verletzungen bei einer Bruchlandung schützt, wenn Sitze, Sicherheitsgurte und andere Sicherheitsmaßnahmen vorschriftsmäßig benutzt werden und folgende Bedingungen angenommen werden:
- Jeder Insasse wird dem Bruchlastvielfachen entsprechend folgender Tabelle ausgesetzt:
- (1) aufwärts 4,0 g
 - (2) vorwärts 9,0 g
 - (3) seitwärts 3,0 g
 - (4) abwärts 12 g
 - (5) rückwärts 1,5 g
- Diese Kräfte sind voneinander unabhängig und auf die umgebende Struktur bezogen.
- (c) Die umgebende Struktur muss so ausgelegt sein, dass sich unter den in Unterparagraph (b) genannten Bedingungen keine Teile bei einer leichten Bruchlandung lösen, die die Insassen verletzen können.

(d) Bei ULH, bei denen das Triebwerk hinter den Sitzen der Insassen eingebaut ist, gilt zusätzlich folgendes:

Der Triebwerksträger und die umgebende Struktur müssen in der Lage sein, das Triebwerk, das Getriebe und jedes andere Teil, das am Triebwerksträger befestigt ist, zurückzuhalten, wenn ein Bruchlastvielfaches von 15 g vorwärts wirkt.

(e) Kraftstofftanks, Kraftstoffleitungen, Öltanks und Ölleitungen dürfen nicht bersten, platzen oder anderweitig leck schlagen, wenn die Kräfte gemäß Unterparagraph b) wirken.

LTF-ULH.563 Notlandebedingungen auf Wasser

Ein Notlandeverfahren auf Wasser muss festgelegt werden, wenn auf Wasser gestartet und gelandet werden soll, so dass die Insassen die Möglichkeit haben, ohne Verletzungen den ULH zu verlassen. Hierfür ist nachzuweisen, dass unter allen Wind- und Wellenzuständen, die im normalen Betrieb auftreten können, eine Autorotationslandung möglich ist.

Weiterhin muss das mögliche Verhalten des ULH bei einer Notlandung im Wasser untersucht und im Betriebshandbuch beschrieben werden.

Das Evakuierungsverfahren, Verhalten bei und direkt nach einer Notlandung auf Wasser, muss ebenfalls im Betriebshandbuch beschrieben werden.

Der Nachweis dieser Forderungen ist kein Nachweis der durch Betriebsvorschriften eventuell geforderten Notwasserungseigenschaften. Das Betriebshandbuch muss eine entsprechend lautende Betriebsgrenze enthalten.

LTF-ULH.571 Ermüdungseigenschaften der Struktur des ULH

(a) Alle Komponenten der Struktur (unteren anderem Rotoren, Rotorantriebsysteme zwischen den Triebwerken und dem Rotorkopf, Steuerung, Zelle, Landewerk mit zugehöriger Befestigung), deren Ausfall katastrophale Folgen haben könnte, müssen identifiziert und hinsichtlich Ermüdung bewertet werden. Die Orte möglichen Versagens sind zu ermitteln.

(b) Auf Basis der Flugerprobung muss eine Lebenszeit der unter (a) identifizierten Bauteile abgeschätzt werden.

(c) Alle Komponenten aus (a) müssen im Rahmen der Flugerprobung mindestens 300 Flugstunden mit kontinuierlicher Überwachung ohne Austausch absolvieren, wenn keine geringeren Betriebszeitbeschränkungen festgelegt werden.

(d) Die Forderungen aus (c) kann jeweils auf 100 Flugstunden reduziert werden, wenn eine Ermüdungsberechnung für die entsprechende Komponente durchgeführt wurde.

D – Gestaltung und Bauausführung

- Allgemeines -

LTF-ULH.601 Auslegung

Die Festigkeit der Teile, die einen wesentlichen Einfluss auf die Betriebssicherheit haben und für die keine Berechnungen durchgeführt werden können, müssen durch Versuche nachgewiesen werden.

(a) Der ULH darf keine Konstruktionsmerkmale oder -details aufweisen, die erfahrungsgemäß gefährlich oder unzuverlässig sind.

(b) Die Eignung aller neuartigen oder fragwürdigen Konstruktionsdetails und Bauteile ist durch Tests nachzuweisen.

LTF-ULH.602 Kritische Bauteile

Die unter **LTF-ULH.571** identifizierten Komponenten der Struktur und alle Bauteile, deren Ausfall katastrophale Folgen haben könnte und für die kritische Eigenschaften identifiziert wurden, sind in den Wartungsunterlagen mit zugehörigen Wartungsmaßnahmen aufzuführen. Es sind Verfahren zur Überwachung und Prüfung festzulegen und von der zuständigen Stelle zu genehmigen.

LTF-ULH.605 Herstellungsverfahren

Die Herstellungsverfahren müssen durchgehend einwandfreie Festigkeitsverbände ergeben, die im Hinblick auf die Erhaltung der ursprünglichen Festigkeit, unter den normalerweise zu erwartenden Betriebsbedingungen, zuverlässig sind. Wenn Herstellungsvorgänge (wie z. B. Leimen, Punktschweißen, Wärmebehandlung oder Verarbeitung von Kunststoffen) zu diesem Zweck der genauen Überwachung bedürfen, so müssen sie nach anerkannten Arbeitsverfahren durchgeführt werden. Unkonventionelle Herstellungsverfahren müssen durch entsprechende Versuche nachgewiesen werden.

LTF-ULH.607 Verbindungselemente

(a) Für alle Verbindungselemente, deren Verlust den sicheren Betrieb beeinträchtigen kann und die unter anderem innerhalb des Festigkeitsverbandes sowie der Steuerung und anderer mechanischer Anlagen zu finden sind, müssen zwei unabhängige anerkannte Sicherungsmittel und Verfahren verwendet werden. Ein Sicherungsmittel oder Verfahren kann durch eine Rutschmarkierung ersetzt werden, wenn die Verbindung ohne weitere Hilfsmittel in der Vorflugkontrolle kontrolliert werden kann.

(b) Für Bolzen, die im Betrieb einer Drehbewegung unterworfen sind, dürfen keine selbstsichernden Muttern verwendet werden, es sei denn, dass zusätzlich ein formschlüssiges Sicherungselement verwendet wird.

LTF-ULH.609 Schutz der Struktur

(a) Jeder Teil des tragenden Verbandes muss entsprechend der im Betrieb auftretenden Einflüsse hinsichtlich Beschädigung oder Festigkeitsminderung geschützt sein, u. a. gegen:

- (1) Verwitterung,
- (2) Korrosion und
- (3) Abnutzung.

(b) Weiterhin sind Maßnahmen hinsichtlich Belüftung und Entwässerung, sowie zur Vermeidung der Ansammlung von ätzenden, brennbaren oder schädlichen Flüssigkeiten zu treffen.

LTF-ULH.611 Voraussetzungen für Prüfung und Inspektion

Es ist sicherzustellen, dass alle Bauteile gut zugänglich und kontrollierbar sind, welche

- (1) wiederkehrenden Prüfungen oder Instandhaltungsmaßnahmen unterliegen,
- (2) Einstellungen bzgl. korrekte Ausrichtung und Funktion erfordern,
- (3) geschmiert werden müssen oder
- (4) ein- und ausgerüstet werden können.

LTF-ULH.613 Festigkeitseigenschaften und Auslegungswerte von Werkstoffen

(a) Die Festigkeitseigenschaften der verwendeten Werkstoffe müssen Werkstoffspezifikationen entsprechen oder durch genügend Materialversuche belegt sein, um so Auslegungswerte auf statistischer Grundlage festlegen zu können.

(b) Die Auslegungswerte müssen so gewählt werden, dass die Wahrscheinlichkeit unzureichender Festigkeit tragender Bauteile infolge materialbedingter Streuung äußerst gering ist.

(c) Wenn die unter normalen Betriebsbedingungen in einem tragenden Bauteil oder dem Festigkeitsverband erreichte Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit hat, so muss dieser Einfluss berücksichtigt und im Betriebshandbuch angegeben werden.

LTF-ULH.619 Weitere Sicherheitsfaktoren

(a) Der gemäß **LTF-ULH.303** vorgeschriebene Sicherheitsfaktor von 1,5 ist mit den größten anwendbaren Sicherheitsfaktoren gemäß nachfolgenden Vorgaben zu multiplizieren.

Anwendungsfall	Zusätzlicher Sicherheitsfaktor
Faserverbundwerkstoffe	1,25
Gussteile	2,0
Bolzenverbindungen ohne Kugel-/Gleitlager	2,0
Rudergelenke und Verbindungsglieder ohne Kugel-/Gleitlager	6,7
Beschläge	1,2
Anschnallgurt – Befestigung	1,5
Sitz (Fitting) – Befestigung	1,33
Seile	2,0
Beschläge bei Zug-/Druck beanspruchten Stangensteuerungen ohne Kugel-/Gleitlager	3,3
Beschläge von Seilsteuerungen ohne Kugel-/Gleitlager	2,0

(b) Bei Verbindungen/Beschlägen, die nach anerkannten Verfahren hergestellt wurden (wie durchgehende Verbindungen von Beplankungsteilen, Schweißverbindungen und Schäftverbindungen von Holz), braucht kein Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden.

(c) Für Sicherheitsgurte und Sitze ist unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors nachzuweisen, dass deren Befestigung mit der Struktur den gemäß **LTF-ULH.561** vorgegebenen Massenkräften standhalten.

(d) Für jede Verbindung von Bauteilen, deren Festigkeit nicht durch Versuche nachgewiesen ist, ist der Beschlagsfaktor zu verwenden. Dieser ist für den unmittelbaren Bereich der zu verbindenden Bauteile und den Befestigungs-/Verbindungsmitteln anzuwenden.

LTF-ULH.629 Flattern

An keinem aerodynamisch geformten Bauteil darf im gesamten Bodenbetrieb und Flugbereich, für den die Zulassung angestrebt wird, Flattern auftreten.

- Rotoren -

LTF-ULH.653 Druckausgleich und Drainage von Rotorblättern

(a) Rotorblätter mit Hohlräumen müssen:

- (1) über die Möglichkeit für den Druckausgleich verfügen,
- (2) über Entwässerungsbohrungen verfügen, und
- (3) so konstruiert sein, dass sich kein Wasser in ihrem Inneren ansammeln kann.

(b) Punkte (a)(1) und (a)(2) gelten nicht für luft- und wasserdicht verschlossene oder komplett ausgefüllte Rotorblätter (z. B. Füllkern aus Schaumstoff bei Faserverbund), die in der Lage sind, dem größten im Betrieb zu erwartenden Druckunterschied zu widerstehen.

LTF-ULH.659 Massenausgleich

(a) Rotoren und ihre Blätter müssen, soweit notwendig massenausgeglichen werden, um:

- (1) übermäßige Vibrationen und
- (2) Flattern in allen Geschwindigkeitsbereichen bis hin zur maximalen Vorwärtsgeschwindigkeit zu verhindern.

(b) Der Einbau des Massenausgleichs in die Struktur ist festigkeitsmäßig nachzuweisen.

LTF-ULH.661 Freigängigkeit der Rotorblätter

Es muss genügend Abstand zwischen den Haupt- und Heckrotorblättern und anderen Teilen des ULH vorhanden sein, um eine Berührung der Blätter mit diesen Teilen unter allen Betriebsbedingungen zu verhindern. Bei Koaxialrotoren muss eine gegenseitige Berührung der Blätter unter allen Betriebsbedingungen verhindert werden.

LTF-ULH.663 Maßnahmen zur Verhinderung von Bodenresonanz

(a) Der ULH ist so auszulegen, dass Bodenresonanzen unter allen Betriebsbedingungen am Boden verhindert werden, gegebenenfalls durch zusätzliche Einrichtungen.

(b) Der Nachweis ist bei den Versuchen gemäß **LTF-ULH.241** zu erbringen.

(c) Sollten besondere Vorrichtungen erforderlich sein, um Bodenresonanz zu verhindern, ist nachzuweisen, dass die Funktion zwischen zwei Wartungen gewährleistet bleibt.

- Steuerungssysteme -

LTF-ULH.671 Allgemeines

(a) Jede Steuerung und jedes Steuerungssystem muss leicht, laufig, direkt und gemäß seiner erwarteten Funktion wirken.

(b) Jedes Element des Flugsteuerungssystems muss so konstruiert oder unverwechselbar und dauerhaft gekennzeichnet sein, dass die Wahrscheinlichkeit einer falschen Montage, die zu einer Fehlfunktion des Systems führen könnte, unwahrscheinlich ist.

LTF-ULH.674 Miteinander verbundene Steuer

Die Hauptsteuerung muss für einen sicheren Flug und eine sichere Landung sorgen und sie muss unabhängig von jeder Nebensteuerung sein, so dass keine Fehlfunktion, Ausfall oder Blockade der Nebensteuerung die Hauptsteuerung negativ beeinflusst.

LTF-ULH.675 Anschläge

- (a) Jedes Steuerungssystem hat über Anschläge zu verfügen, welche die Steuerausschläge des Piloten begrenzen.
- (b) Alle Anschläge müssen so angeordnet sein, dass Verschleiß, Spiel oder Nachstellen der Steuerung die Steuerungseigenschaften des ULH durch eine Änderung im Bewegungsbereich der Steuerorgane nicht beeinträchtigen.
- (c) Jeder Anschlag muss in der Lage sein, den Lasten gemäß **LTF-ULH.397** standzuhalten.
- (d) Für jedes Hauptrotorblatt
 - (1) sind Anschläge vorzusehen, die seine Bewegungsfreiheit um den Aufhängepunkt begrenzen,
 - (2) müssen Vorkehrungen vorhanden sein, die das Anschlagen des Rotorblattes an die Anschläge unter allen Betriebsbedingungen verhindern, ausgenommen während des An- und Abstellens des Rotors.

LTF-ULH.679 Verriegelung des Steuerungssystems

Verfügt das Steuerungssystem über eine Einrichtung zur Verriegelung am Boden oder auf dem Wasser, so sind:

- (1) unmissverständliche Warnhinweise für den Piloten anzubringen, wenn die Steuerung verriegelt ist, und
- (2) es ist zu verhindern, dass die Verriegelung während des Fluges aktiviert werden kann.

LTF-ULH.683 Funktionstests

Es muss durch einen Funktionstest gezeigt werden, dass das Steuerungssystem bei Aufbringung der sicheren Steuerkräfte im gesamten Steuerbereich frei ist von:

- (1) Blockierungen,
- (2) übermäßiger Reibung,
- (3) übermäßiger Verformung, und
- (4) Kontakt zu anderen Bauteilen oder Strukturen.

Die Steuerfolgsamkeit muss unter allen Bedingungen gewährleistet bleiben.

LTF-ULH.685 Elemente des Steuerungssystems

- (a) Alle Elemente einer Steuerungsanlage müssen so gestaltet und eingebaut sein, dass ein Scheuern, Blockieren oder eine Behinderung durch Fluggäste, lose Gegenstände, Gepäck oder gefrierende Feuchtigkeit verhindert wird.
- (b) Es müssen Vorkehrungen in der Pilotenkabine vorhanden sein, die ein Eindringen von Fremdkörpern in das Steuerungssystem und somit dessen Verklemmen verhindern.
- (c) Seilsteuerungen sind derart zu gestalten, dass diese leichtgängig, scheuerfrei und sicher gegen das Abspringen von Rollen sind.
- (d) Steuerstangen dürfen andere Strukturkomponenten nicht berühren.
- (e) Kabel, Drähte, Seile, Stangen, Wellen, Rohre und Vergleichbares dürfen nicht gegen andere Bauteile schlagen.
- (f) Umwelteinflüsse, wie z.B. Temperaturschwankungen, dürfen die Funktion des Steuerungssystems nicht beeinträchtigen.

LTF-ULH.687 Federelemente

- (a) Jedes Federelement der Steuerungseinrichtung, dessen Ausfall zu Flattern oder anderen unsicheren Eigenschaften führen kann, ist entsprechend zuverlässig auszulegen.
- (b) Die Einhaltung der Forderungen des Absatzes (a) muss durch Versuche nachgewiesen werden, in denen die realen Betriebsbedingungen nachgeahmt werden.

LTF-ULH.691 Autorotation – Steuerungsmechanismen

Der Steuerungsmechanismus zur Hauptrotorblattansteuerung muss nach Triebwerksausfall einen schnellen Übergang in den Zustand der Autorotation erlauben.

LTF-ULH.698 Einbau beweglicher Steuerflächen

(a) Bewegliche Steuerflächen müssen so angeordnet sein, dass Berührungen mit anderen Bauteilen in jeder Stellung ausgeschlossen sind. Diese Forderung muss für sichere Lasten und:

- (1) für alle Steuerflächen über ihren vollen Ausschlagbereich sowie,
- (2) für die anschließende Struktur der Steuerflächen erfüllt werden.

(b) Jede Steuerfläche muss mit Anschlägen versehen sein, die ihren maximalen Ausschlag auf einen Bereich begrenzen, der einen sicheren Flug und eine sichere Landung zulässt.

- Landewerk -

LTF-ULH.723 Versuche zur Landestoßaufnahme

Das Energieaufnahmevermögen des Landewerks ist gemäß Versuchsvorgaben nach **LTF-ULH.725** und **LTF-ULH.727** nachzuweisen. Diese Versuche müssen mit dem kompletten ULH oder originalen Landewerksbaugruppen samt Befestigung durchgeführt werden.

LTF-ULH.725 Landewerk – Fallversuch mit sicherer Last

Der Fallversuch muss wie folgt durchgeführt werden:

- (a) Die Fallhöhe muss:
- (1) 330 mm zwischen dem tiefsten Punkt des Landewerks und dem Boden betragen, oder
 - (2) kleiner, aber mindestens 203 mm, sein und eine Auftreffgeschwindigkeit ergeben, die gleich der größten Fallgeschwindigkeit ist, die bei Landungen ohne Triebwerksleistung nachweislich zu erwarten ist.
- (b) Wird in **LTF-ULH.473 (a)** Rotorantrieb berücksichtigt, dann muss er im Fallversuch durch angemessene Energie absorbierende Vorrichtungen oder durch eine effektive Masse berücksichtigt werden.
- (c) Das Landewerk muss nicht parallel zum Boden ausgerichtet sein.
- (d) Wird eine effektive Masse zum Nachweis des Absatzes (b) verwendet, kann die folgende Formel statt tiefergehender Berechnungen verwendet werden:

$$W_e = W \times \frac{h + (1 - L) \times d}{h + d}$$

Worin

W_e = die effektive Masse im Fallversuch in [kg],

W = maximale Abflugmasse in [kg]

h = festgelegte freie Fallhöhe in [mm]

L = Verhältnis von angenommenem Rotorauftrieb und maximaler Abflugmasse ($L \leq 2/3$)

d = die vertikale Verformung des Landewerks in [mm] relativ zur Fallmasse

(e) Das sichere Lastvielfache ist wie folgt festgelegt:

$$n = n_j \times \frac{W_c}{W} + L$$

n = sicheres Lastvielfaches

n_j = während des Aufpralls auftretendes Lastvielfaches der Fallmasse (d.h. die im Fallversuch aufgezeichnete Beschleunigung $dv/dt + 1$ in [g])

(f) Das sichere Lastvielfache aus (e) muss nicht berechnet werden, wenn der gesamte ULH mit mindestens der effektiven Masse aus (d) in diesem Versuch verwendet wird.

(g) Federelemente dürfen sich entsprechend der gemäß **LTF-ULH.501 (2)** festgelegten Grenzen plastisch verformen.

LTF-ULH.727 Landewerk – Fallversuch mit Bruchlast

(a) Der Fallversuch muss wie folgt durchgeführt werden:

(1) Die Versuchskonfiguration ist die gleiche, die im Fallversuch gemäß **LTF-ULH.725** verwendet wird. Allerdings müssen die Federelemente vor dem Versuch die maximal zulässige, plastische Verformung gemäß **LTF-ULH.501 (2)** aufweisen.

(2) Die Fallhöhe muss das 1,5-fache der Fallhöhe aus **LTF-ULH.725 (a)** zwischen dem tiefsten Punkt des Landewerks und dem Boden betragen.

(3) Beim Fallversuch dürfen elastische Federelemente des Landewerks beschädigt werden oder sich plastisch verformen.

(4) Der Rotorauftrieb, wenn unter **LTF-ULH.725 (b)** berücksichtigt, darf nicht mehr als die maximale Abflugmasse betragen.

(b) Die Struktur ist so auszulegen, dass sie alle Insassen mit hoher Wahrscheinlichkeit vor schweren Verletzungen schützt, selbst wenn plastische Verformungen stattgefunden haben.

LTF-ULH.731 Räder und Reifen

(a) Alle Landewerksräder und Reifen müssen von genehmigter Bauart sein und zueinander passen.

(b) Die größte statische Belastung für jedes Rad, einschließlich Reifen, darf nicht kleiner sein, als die ruhende Bodenreaktion bei maximaler Abflugmasse und bei kritischer Schwerpunktlage.

(c) Zwischen Reifen und umgebender Struktur muss ausreichend Abstand vorliegen, dass eine Berührung nicht möglich ist.

LTF-ULH.735 Bremsen

Der ULH muss vom Piloten bremsbar sein. Bremseinrichtungen müssen vom Piloten betätigt werden können und während eines Triebwerksausfalls weiterhin wirksam sein. Die Bremswirkung muss ausreichen, um den antriebslosen ULH auf einer festen, ebenen Fläche mit einem Gefälle von 10° Neigung festzuhalten und um jegliches unausgeglichenes Drehmoment beim Starten und Stoppen der Rotoren auszugleichen.

LTF-ULH.737 Skis

Jeder Ski muss für die maximale sichere Last ausgelegt sein.

- Schwimmer-

LTF-ULH.751 Schwimmer

- (a) Der erforderliche Gesamtauftrieb der Schwimmkörper muss das 1,5-fache der Maximalmasse des ULH in Süßwasser betragen.
- (b) Ballonschwimmer müssen gemäß **LTF-ULH.751 (a)** ausgelegt sein und der höchsten Druckdifferenz für die größte Flughöhe, für die die Zulassung mit diesem Schwimmer angestrebt wird, standhalten.
- (c) Der anzunehmende Lastfall ist in **LTF-ULH.521** festgelegt.

- Kabine und Gepäckräume -

LTF-ULH.771 Pilotenkabine

Die Kabine und ihre Ausrüstung müssen dem Piloten des ULH erlauben, seine Aufgaben ohne übermäßige Konzentration oder Ermüdung auszuüben.
Die Brandeigenschaften der in der Kabine verwendeten Materialien sollen berücksichtigt werden und selbstlöschende Materialien bevorzugt werden.

LTF-ULH.773 Sicht aus der Pilotenkabine

Spiegelungen in der Pilotenkabine und Verzerrungen in der Windschutzscheibe dürfen den sicheren Betrieb nicht beeinträchtigen.

Jede Pilotenkabine muss so gestaltet sein, dass:

- (1) die Pilotensicht ausreichend groß und klar für einen sicheren Betrieb ist und
- (2) die Pilotensicht bei mäßigem Regen in Flugrichtung bei normalem Flug und bei Start und Landung nicht übermäßig beeinträchtigt wird.

LTF-ULH.775 Windschutzscheiben und Fenster

Windschutzscheiben und Fenster müssen aus einem Werkstoff bestehen, der nicht in gefährliche Bruchstücke zersplittern kann.

LTF-ULH.777 Bedienorgane in der Pilotenkabine

Die Bedienorgane in der Pilotenkabine müssen so angeordnet sein, dass:

- (1) eine Betätigung bei angelegten Sicherheitsgurten möglich ist,
- (2) eine Verwechslung und unbeabsichtigte Bedienung verhindert wird, und
- (3) der Pilot im Sitzen bei angelegten Sicherheitsgurten jedes Steuerorgan bis zum Anschlag betätigen kann.

LTF-ULH.779 Bewegung und Wirkung der Bedienorgane in der Pilotenkabine

(a) Bedienorgane in der Pilotenkabine müssen so gestalten sein, dass die Flugsteuerungen, einschließlich der Kollektivsteuerung, in ihrer Bewegung sinngemäß den zu erwartenden Bewegungen des ULH entsprechen.

(b) Drehgriffe zur Leistungseinstellung müssen bei Bedienung mit der linken Hand zu höherer Leistung führen, wenn in Richtung des Zeigefingers gedreht wird, und zu niedrigerer Leistung führen, wenn in Richtung des Daumens gedreht wird.

LTF-ULH.783 Türen

(a) Jede geschlossene Kabine muss mindestens über eine ausreichende und leicht zugängliche Tür verfügen.

(b) Jede Tür ist in den Bereichen anzubringen, wo Personen unter Berücksichtigung der entsprechenden Verfahrensanweisungen nicht durch Rotoren, Propeller, Triebwerkseinläufe oder Abgasanlagen gefährdet werden. Wenn zum Öffnen der Türen bestimmte Verfahren zu befolgen sind, müssen diese innen, auf oder neben der Türöffnung angebracht werden.

LTF-ULH.785 Sitze und Anschnallgurte

(a) Jeder Sitz und der ihn tragende Festigkeitsverband muss mindestens für eine Insassenmasse gemäß **LTF-ULH.25 (2)** und für die maximalen Lastvielfachen bemessen sein, die den festgelegten Flug- und Bodenlastbedingungen, einschließlich der in **LTF-ULH.561** beschriebenen Notlandebedingungen, entsprechen.

(b) Sitze dürfen sich bei den Belastungen im Flug gemäß **LTF-ULH.337** nicht derart verformen, dass der Pilot die Steuer- und Bediengriffe nicht mehr sicher erreichen kann oder eine Fehlbedienung möglich ist.

(c) Die Festigkeit der Anschnallgurte und deren Befestigung darf nicht geringer sein als diejenige, die sich aus den Bruchlasten der Flug- und Bodenlastbedingungen sowie den Notlandebedingungen gemäß **LTF-ULH.561** unter Berücksichtigung der Geometrie der Gurt und Sitzanordnung ergibt.

(d) Jeder Anschnallgurt (mindestens 4-Punkt-Gurt) muss so angebracht sein, dass der Pilot bei allen im Flug und bei Notlandungen auftretenden Beschleunigungen sicher in seiner ursprünglichen Sitz- oder Liegeposition gehalten wird.

(e) Jeder Pilotensitz muss für die Reaktionskräfte, die sich aus der Ausübung der Pilotenkräfte auf die primäre Flugsteuerung gemäß **LTF-ULH.397** ergeben, ausgelegt sein.

(f) Alle Sitzschienen müssen Verriegelungen sowie Anschläge haben, um das Abrutschen der Sitze von den Schienen zu verhindern.

(g) Die Form der Sitze muss so gestaltet sein, dass der Rücken der Insassen gestützt wird.

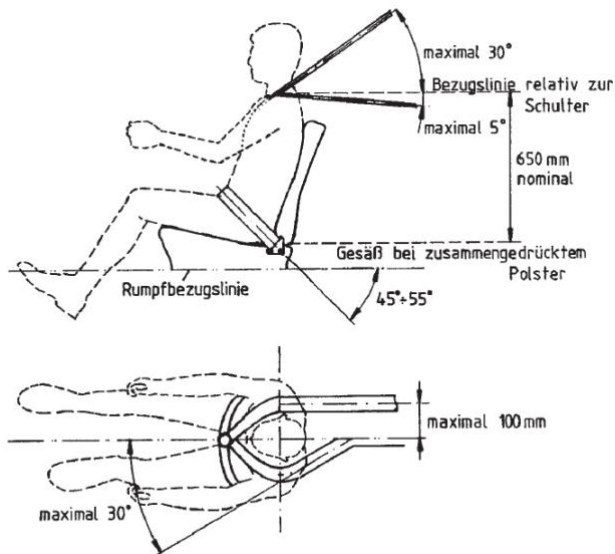
(h) Nichtbesetzte Sitze (besonders klappbare Rückenlehnen) müssen so arretiert sein, dass sie nicht die Steuerung behindern.

(i) Die Kabine sollte so gestaltet sein, dass bei einer Notlandung im Bewegungsbereich der Insassen, wenn Gurte und Sitze korrekt verwendet werden, nach Möglichkeit scharfe Kanten oder spitze Ecken verkleidet sind.

(j) Gurte müssen verstaут oder geschlossen sein, wenn sie nicht benutzt werden.

Anmerkungen:

Empfohlener Einbau der Schultergurte:



1. Wenn sich zwischen dem Befestigungspunkt für die Schultergurte und der Oberkante der Rückenlehne mehr als 152 mm Gurtband befinden, müssen geeignete Einrichtungen, z. B. Führungsschlaufen, zur Begrenzung der seitlichen Bewegung vorhanden sein, um einen angemessenen Abstand zwischen den Schultergurten sicher zu stellen.

2. Wenn die Rückenlehne des Sitzes ausreichend fest und so hoch ist, dass die Geometrie des Gurtzeuges der Zeichnung auf obiger Seite entspricht (d.h. 650 mm), dürfen die Schultergurte an der Rückenlehne oder über Führungsschlaufen am Boden des ULH befestigt werden.

3. Wenn die Rückenlehne ausreichend fest ist, wird durch die Verwendung geeigneter Einrichtungen, z. B. Führungsschlaufen, die seitliche Bewegung bei Beschleunigungen unter den Notlandebedingungen nach **LTF-ULH.561** begrenzt.

LTF-ULH.787 Gepäckräume

Gepäckräume müssen einschließlich der Abspannungen und ihrer Befestigungen bei der größten Masse von Fracht und Gepäck und bei kritischer Lastverteilung über genügend Festigkeit verfügen, um den im **LTF-ULH.561** genannten Bedingungen zu widerstehen.

Gepäckräume müssen mit der Angabe der größten zulässigen Masse beschriftet sein.

LTF-ULH.807 Notausstiege

(a) Die Pilotenkabine muss so gestaltet sein, dass in Gefahrenfällen unbehindertes und schnelles Aussteigen möglich ist.

(b) Bei einem geschlossenen Führerraum muss das Öffnungssystem einfach und eindeutig zu betätigen sein. Es muss schnell arbeiten und so gestaltet sein, dass es von jedem Sitz und auch von außerhalb des Führerraums betätigt werden kann.

(c) Notausstieg aus der Kabine muss auch bei deformierter Struktur möglich sein.

LTF-ULH.831 Belüftung

(a) Die Kabine muss unter normalen Flugbedingungen ausreichend belüftet sein.

(b) Die Kohlenmonoxid-Konzentration darf ein Teil in 20 000 Teilen Luft, im Vorwärtsflug und im Schwebeflug, nicht übersteigen.

- Brandschutz -

LTF-ULH.857 Elektrische Verbindungen

- (a) Elektrische Verbindungen sind so zu gestalten, dass es zu keiner Potentialdifferenz zwischen den Komponenten der Triebwerksanlage, der Kraftstofftanks, der Tanks für andere Flüssigkeiten und anderen signifikanten elektrisch leitfähigen Teilen des ULH kommt.
- (b) Es müssen Vorrichtungen zur Erdung des ULH beim Tanken vorhanden sein.

LTF-ULH.859 Heizungsanlagen

- (a) Jede Kabinenheizung muss so gestaltet sein, dass kein Kohlenmonoxid in die Kabine eindringen kann.
- (b) Jeder Wärmetauscher muss aus geeignetem Material sein, unter allen Betriebsbedingungen ausreichend gekühlt und für Inspektionen leicht zerlegbar sein.

LTF-ULH.861 Brandschutz für den Festigkeitsverband, für die Steuerung und andere Teile

- (a) Alle Teile des Festigkeitsverbandes, der Steuerung und des Rotormechanismus und andere für eine Notlandung wichtige Teile, die durch einen Triebwerksbrand beeinträchtigt werden könnten, müssen so geschützt werden, dass sie unter allen voraussehbaren Triebwerksbrand-Bedingungen für wenigstens 5 Minuten ihre wesentlichen Funktionen erfüllen können.
- (b) Die Forderung nach (a) kann auch durch ein aktives Feuerwarnsystem und entsprechende Notverfahren ersetzt werden, wenn hiermit eine sichere Landung aus der maximalen Flughöhe über Grund möglich sein kann. Es muss sichergestellt sein, dass das aktive Feuerwarnsystem bei jedem Flug betriebsbereit ist (z.B. durch Vorflugkontrollen oder regelmäßige Wartungskontrollen).

LTF-ULH.863 Brandschutz für brennbare Flüssigkeiten

In allen Bereichen, wo brennbare Flüssigkeiten oder Dämpfe durch Leckagen entweichen können, müssen Maßnahmen, wie geeignete Abschottung, Belüftung und Drainage, getroffen werden, die die Wahrscheinlichkeit einer Entzündung minimieren.

- Sonstiges -

LTF-ULH.871 Nivelliermarken

Zur Vermessung der Masse des ULH und der Lage des Schwerpunkts am Boden sind Referenzmarken am ULH anzubringen.

LTF-ULH.873 Vorkehrungen zur Ballastaufnahme

- (a) Vorkehrungen zur Ballastaufnahme müssen bei kritischer Lastverteilung über genügend Festigkeit verfügen, um den im **LTF-ULH.561** genannten Bedingungen zu widerstehen.
- (b) Eine unbeabsichtigte Verschiebung des Ballastes während des Fluges muss verhindert werden.

E – Triebwerksanlage

- Allgemeines -

LTF-ULH.901 Einbau

(a) Das Antriebssystem umfasst alle Teile des ULH (außer den Strukturen von Haupt- und Hilfsrotoren), die:

- (1) für den Antrieb erforderlich sind,
- (2) zur Steuerung der Antriebseinheit gehören, oder
- (3) die Sicherheit der Antriebseinheit zwischen normalen Inspektionen oder Überholungen beeinflussen.

(b) Für das Antriebssystem gilt:

- (1) Alle Teile des Antriebssystems und ihre Montage müssen so ausgelegt, angeordnet und eingerichtet sein, dass der beständige und sichere Betrieb im Temperatur- und Höhenbereich, für den die Zulassung angestrebt wird, zwischen den normalen Inspektionen bzw. Überholungen gewährleistet ist.
- (2) Es sind Wartungszugänge zur Durchführung aller Inspektionen zur Aufrechterhaltung der Lufttuchtigkeit vorzusehen.

LTF-ULH.903 Triebwerk

(a) Das Triebwerk muss in die Musterzulassung des ULH einbezogen werden oder als Muster zugelassen sein. Die im Rahmen der Musterzulassung angestrebten und zulässigen Betriebsbereiche des Triebwerks sind zu ermitteln. Die bei der Musterzulassung des ULH einbezogene Triebwerksprüfung umfasst:

- (1) Ein Standlaufprogramm von mindestens 10 Stunden Dauer, wobei das Triebwerk 8 Stunden mit 75 % der maximalen Dauerleistung laufen muss, und
- (2) eine Dauerprüfung des Triebwerks von 50 Flugstunden.
- (3) Im Rahmen der unter (2) aufgeführten 50-Stunden-Dauerprüfung sind mindestens zu absolvieren:
 - (i) 100 Starts, und
 - (ii) 10 Flüge von wenigstens einer Stunde Dauer, und
 - (iii) 60 Steigflüge auf wenigstens 500 m über Grund, wobei die Startleistung jeweils mindestens 5 Minuten ununterbrochen entnommen werden muss. Von diesen Steigflügen sollen mindestens 30 bei sommerlichen Temperaturen (mindestens 20°C am Boden) durchgeführt werden.

(b) Die Einbauvorschriften und Betriebsbereiche des Triebwerksherstellers sind zu berücksichtigen.

(c) Turbinentriebwerksinstallation

Bei Turbinentriebwerksinstallationen muss das Antriebssystem einschließlich der damit verbundenen Steuerungssysteme und der Instrumentierung so ausgelegt sein, dass mit angemessener Sicherheit die Betriebsgrenzen des Triebwerks, die dessen strukturelle Integrität beeinflussen, im Betrieb nicht überschritten werden.

(d) Bei Turbinentriebwerken müssen die Kabine, die Flugsteuerung, das Kraftstoffsystem einschließlich der Tanks und die Primärstruktur des ULH vor aus dem Turbinentriebwerk austretenden Fragmenten (z.B. gebrochene Verdichter – bzw. Turbinenschaufeln o.Ä.) abgeschirmt bzw. geschützt sein.

- (1) Die maximal mögliche, kinetische Energie entsprechender Fragmente muss ermittelt werden. Die Widerstandsfähigkeit der Abschirmung muss für diese kinetische Energie durch geeignete Versuche oder Berechnungen nachgewiesen werden.
- (2) Die Größe der in (1) genannten Fragmente ist folgendermaßen zu bestimmen:
 - (i) Im Fall von Radialverdichterstufen und Radialturbinenstufen ist ein ganzes Blatt zu berücksichtigen.
 - (ii) Im Fall von Axialverdichterstufen ist davon auszugehen, dass sich mindestens 80% einer Verdichter- bzw. Turbinenschaufel lösen.
- (3) Für die Bestimmung der maximalen, kinetischen Energie ist von der höchsten im Betrieb auftretenden Wellendrehzahl auszugehen.

(e) Kühlgebläse des Triebwerkes oder des Antriebssystems

(1) Wenn am Triebwerk oder Antriebssystem ein Kühlgebläse eingebaut ist, muss es Maßnahmen geben, um den ULH zu schützen und eine sichere Landung zu ermöglichen, wenn ein Gebläseblatt versagt. Es sind folgende Punkte zu zeigen:

(a) Die Gebläseblätter sind im Falle eines Versagens im Gehäuse des Kühlgebläses gefangen, oder

(b) jedes Gebläse ist so angeordnet, dass kein Gebläse im Fehlerfall die Sicherheit des ULH beeinträchtigen kann, oder

(c) jedes Gebläseblatt kann einer Bruchlast im Wert des 1,5-fachen der Zentrifugalkraft aushalten, die sich aus dem Betrieb mit folgenden Randbedingungen ergibt:

(i) Für Gebläse, die direkt von Triebwerken angetrieben werden, ist die Triebwerksdrehzahl anzunehmen, die sich ohne aktive Steuerung einstellt, solange die Drehzahl nicht durch eine bauliche Maßnahme begrenzt ist (z.B. Rutschkupplung), ansonsten die maximal mögliche Drehzahl des Gebläses.

(ii) Für Gebläseräder, die vom Rotorantriebssystem angetrieben werden, ist die größte Drehzahl des Rotorantriebssystems, die im Betrieb einschließlich der Übergänge zwischen zwei Betriebszuständen zu erwarten ist, anzunehmen.

(2) Es muss gezeigt werden, dass die Gebläseblätter nicht unter Resonanzbedingungen des ULH arbeiten.

LTF-ULH.907 Triebwerksvibrationen

(a) Das Triebwerk muss so eingebaut sein, dass schädliche Vibrationen aller Antriebs- oder ULH-Komponenten vermieden werden.

(b) Die Verbindung des Triebwerks mit dem Antriebssystem und dem Rotor darf die wichtigsten drehenden Antriebs- und Rotorkomponenten zu keinen übermäßigen Vibrationen anregen.

- Rotor-Antriebssystem -

LTF-ULH.917 Ausführung

(a) Das Rotorantriebssystem muss über Einrichtungen verfügen, die das Triebwerk automatisch von den Haupt- und Hilfsrotoren abkoppelt, wenn dieses ausfällt.

(b) Das Rotorantriebssystem muss so gestaltet sein, dass bei Autorotation jeder für die Steuerung erforderliche Rotor nach dem Abkuppeln des Triebwerks von Haupt- und

Hilfsrotoren weiterhin von den Hauptrotoren angetrieben bleibt, bzw. der ULH steuerbar bleibt.

(c) Das Rotorantriebssystem umfasst alle für die Übertragung der Triebwerksleistung zum Hauptrotorkopf erforderlichen Teile. Dazu gehören Getriebe, Wellen, Wellengelenke, Verschraubungen, Rotorbremssysteme, Kupplungen, Wellenstützlager, alle dazugehörigen zusätzlichen Lagerungen oder Ausgleiche und alle Lüfter, die ein Teil des Rotorantriebssystems sind oder an dieses angeflanscht bzw. montiert sind.

LTF-ULH.921 Rotorbremse

Wenn eine Vorrichtung zum Abbremsen des Rotorsystems vorgesehen ist, gilt:

- (1) Die Bedingungen für den Gebrauch dieser Vorrichtung sind genau festzulegen und
- (2) die Bedienorgane sind gegen unbeabsichtigte Betätigung zu schützen.

Die Betätigung der Rotorbremse erfolgt anhand der Vorgaben gemäß **LTF-ULH.1151**.

LTF-ULH.923 Versuche an Rotorantriebs- und Steuerungssystemen

(a) Alle Teile, die gemäß diesem Abschnitt geprüft werden, müssen nach Durchführung der Versuche in einem einsatzfähigen Zustand sein.

(b) Der Nachweis der Funktion der Rotorantriebs- und Steuerungssysteme ist durch mindestens 30 Versuchsstunden am Boden zu erbringen. Der Bodenlauf ist in Zyklen von jeweils 1 Stunde durchzuführen. Jeder Zyklus muss mindestens folgende Anteile beinhalten:

- (1) ein 20-minütiger Anteil mit verschiedenen Triebwerksleistungen
- (2) ein 40-minütiger Anteil mit maximaler Dauerleistung, worin die maximale Startleistung mit maximal zulässiger Dauer und 10 Steuerzyklen mit maximal möglichen Kombinationen aus kollektiven und zyklischen Steuereingaben enthalten sind.
- (3) Nach Abschluss der Bodenversuche ist das Rotorantriebs- und Steuerungssystem dahingehend zu prüfen, dass alle Teile in einem lufttüchtigen Zustand sind.

(c) Es müssen 100 Rotor-Anfahrts- und Bremszyklen einschließlich Freilauftest durchlaufen werden.

LTF-ULH.927 Zusätzliche Prüfungen

Es muss durch einen Trockenlauftest unter Autorotationsbedingungen gezeigt werden, dass das Getriebe nach 5 Minuten ohne Schmierung funktionsfähig ist.

LTF-ULH.931 Kritische Wellendrehzahl

(a) Kritische Wellendrehzahlen müssen in Versuchen bestimmt werden.

(b) Liegt eine kritische Drehzahl in oder nahe an den Betriebsbereichen Leerlauf, Normalleistung und Autorotation, dann müssen die Belastungen bei diesen Drehzahlen innerhalb sicherer Grenzen liegen, was durch Versuche nachzuweisen ist.

LTF-ULH.935 Wellenverbindungen

Alle Dreh- und Gleitgelenke sowie andere Wellenverbindungen mit einer betriebsgemäß erforderlichen Schmierung müssen über Möglichkeiten zu deren Schmierung verfügen.

LTF-ULH.939 Betriebseigenschaften des Triebwerks

(a) Die Betriebseigenschaften von Turbinentriebwerken müssen im Flug untersucht werden, um festzustellen, dass während des normalen Betriebs und des Notbetriebs innerhalb der Betriebsgrenzen des ULH und des Triebwerks keine negativen Eigenschaften (wie Strömungsabriss, Pumpen oder Erlöschen der Zündflamme) in einem gefährlichen Ausmaß vorhanden sind.

(b) Das Lufteinlasssystem des Turbinentriebwerks darf im Betrieb keine Schwingungen verursachen, die für das Triebwerk schädlich sind.

(c) Für Regler gesteuerte Triebwerke muss nachgewiesen werden, dass es keine gefährlichen Drehzahlinstabilitäten des Antriebssystems verbunden mit kritischen Kombinationen von Leistung, Drehgeschwindigkeit und Regelabweichung gibt.

- Kraftstoffanlage -

LTF-ULH.951 Allgemeines

(a) Die Kraftstoffanlage muss so gebaut und angeordnet sein, dass ein Kraftstoffdurchfluss mit der Menge und dem Druck sichergestellt ist, wie es für das einwandfreie Arbeiten des Triebwerks unter allen normalen Betriebsbedingungen erforderlich ist.

(b) Die Kraftstoffanlage muss so angeordnet sein, dass der erforderliche Kraftstoff für die Versorgung des Triebwerks jeweils nur aus einem Tank möglich ist, es sei denn, die Tanks sind untereinander so verbunden, dass sich die Behälter gleichmäßig entleeren.

(c) Die Kraftstoffanlage muss so ausgeführt sein, dass Dampfblasenbildung weitgehend verhindert werden kann. Es muss ein Kraftstoffrückführungssystem für die Abscheidung von Dampf- und Gasblasen vorhanden sein.

LTF-ULH.955 Kraftstoffzufuhr

(a) Falltankanlagen.

Die Kraftstoffzufuhr bei Schwerkraftförderung (sowohl Haupt- als auch Reserveversorgung) für das Triebwerk muss 150 % des Kraftstoffverbrauchs bei Startleistung des Triebwerkes betragen.

(b) Anlagen mit Kraftstoffpumpen.

Die Kraftstofffördermenge jeder Förderanlage (sowohl Haupt- als auch Reserveversorgung) muss 125 % des Start-Kraftstoffverbrauchs bei der für das Triebwerk festgelegten höchsten Startleistung betragen.

LTF-ULH.959 Nicht ausfliegbare Kraftstoffmenge

Die nicht ausfliegbare Kraftstoffmenge eines Tanks ist die Mindestmenge, bei der erste Anzeichen von Störungen unter den für die Kraftstoffversorgung ungünstigsten Bedingungen auftreten, d. h. während des Starts, Steigflugs, Anflugs und während der Landung sowie bei allen geplanten Einsätzen und Flugmanövern, in denen der betreffende Tank zum Einsatz kommt.

LTF-ULH.961 Betrieb des Kraftstoffsystems bei heißem Wetter

Für jedes Kraftstoffsystem, das Kraftstoff ansaugt oder aus anderen Gründen Dampfblasenbildung ermöglicht, muss durch Tests gezeigt werden, dass es (innerhalb der Zulassungsgrenze) zufriedenstellend betrieben werden kann, wenn Kraftstoff mit einer Temperatur von 43°C (110°F) benutzt wird.

LTF-ULH.963 Kraftstofftanks: Allgemeines

- (a) Alle Kraftstofftanks müssen so ausgelegt sein, dass sie ohne Versagen die betriebsbedingten Kräfte aufgrund von Vibrationen, Trägheits-, Flüssigkeitsbelastungen und strukturellen Lasten standhalten.
- (b) Flexible Kraftstofftankauskleidungen müssen den eingesetzten Fluiden standhalten.
- (c) Alle Komponenten, die im Kraftstofftank eingebaut sind (Pumpen usw.), dürfen keine Temperaturen entwickeln, die zu Selbstentzündung des Kraftstoffs und der Kraftstoffdämpfe führen können.

LTF-ULH.965 Kraftstofftankprüfung

Jeder Kraftstofftank muss ohne Versagen oder Undichtigkeiten dem folgenden Druck standhalten:

- (a) Jeder herkömmliche Metall- oder nicht-metallische Tank mit nicht durch die Struktur des ULH getragenen Wänden muss einem Druck von 0,24 bar standhalten.
- (b) Jeder integrale Tank muss dem Druck während der maximalen zulässigen Beschleunigung des ULH mit einem vollen Tank bei gleichzeitiger Anwendung der kritischen sicheren Strukturlasten standhalten.
- (c) Jede Tankblase muss im (simulierten) eingebauten Zustand einem Druck von 0,14 bar standhalten.
Die tragende Struktur muss für die kritischen Lasten ausgelegt sein, die während Flug oder Landung auftreten können. Die kritischen Lasten müssen mit den Kraftstoffdruckbelastungen kombiniert werden.

LTF-ULH.967 Einbau von Kraftstofftanks

- (a) Jeder Kraftstofftank muss so abgestützt sein, dass konzentrierte Lasten, die sich aus der Masse des Kraftstoffs ergeben, vermieden werden. Darüber hinaus:
 - (1) müssen, falls notwendig, Polster zwischen dem Kraftstofftank und seinen Befestigungen vorhanden sein, um ein Scheuern zu verhindern.
 - (2) dürfen die Werkstoffe, die zur Abstützung oder Polsterung der Abstützung verwendet werden, nicht saugfähig sein oder müssen so behandelt werden, dass eine Durchtränkung mit Kraftstoff verhindert wird.
- (b) Jeder Einbauraum für einen Kraftstofftank muss belüftet und mit einem Ablauf versehen sein, um die Ansammlung brennbarer Flüssigkeiten oder Dämpfe zu verhindern. Jeder an den Kraftstofftank angrenzende Raum muss gleichfalls belüftet und mit einem Ablauf versehen sein.
- (c) Kein Kraftstofftank darf an einer Stelle untergebracht sein, wo er einem eventuellen Triebwerksbrand ausgesetzt wäre, es sei denn, er ist durch andere Maßnahmen vor einem Triebwerksbrand geschützt.
- (d) Es muss nachgewiesen werden, dass der Einbauort des Kraftstofftanks den Betrieb des ULH oder die normale Bewegungsfreiheit der Insassen in keiner Weise behindert und dass Leckkraftstoff keinen Insassen direkt treffen kann.
- (e) Eine Beschädigung der Struktur infolge einer harten Landung, bei der das Fahrwerk über die Bruchlast hinweg beansprucht wird, die Lasten jedoch innerhalb der Notlandebedingungen gem. **LTF-ULH.561** liegen, darf nicht zu einem Bruch des Kraftstofftanks oder der Kraftstoffleitung führen.

LTF-ULH.971 Kraftstofftank-Sumpf

- (a) Jeder Kraftstofftank muss über einen Sumpf mit einem effektiven Fassungsvermögen bei normalen Boden- und Fluglagen von 0,10% der Tankkapazität oder 120 cm³ verfügen, je nach dem welcher Wert größer ist. Wahlweise kann auch ein vergrößertes externes Abscheidegefäß mit 120 cm³ verwendet werden.
- (b) Das Kraftstoffsystem muss über ein Abscheidegefäß verfügen, das zur Entwässerung zugänglich ist und ein Fassungsvermögen von mindestens 25 cm³ hat.
- (c) Alle Kraftstofftankauslässe müssen so angeordnet sein, dass in normaler Bodenlage Wasser aus allen Teilen der Tanks in das Abscheidegefäß oder in den Sumpf abfließt.
- (d) Die Drainage muss leicht zugänglich und zu betätigen sein.
- (e) Jeder Abfluss eines nach Abschnitt (a) geforderten Sumpfes muss den Bestimmungen für Drainageleitungen der **LTF-ULH.999** entsprechen.

LTF-ULH.973 Kraftstoffeinfüllstutzen

- (a) Einfüllstutzen von Kraftstofftanks müssen außerhalb des Passagiertraumes liegen.
- (b) Verschütteter Kraftstoff darf nicht in den Tankraum oder einen andere Bereich des ULH gelangen können, außer in den Kraftstofftank oder in einen dafür vorgesehenen Ablauf.
- (c) Jeder Tankdeckel muss eine kraftstoffdichte Abdichtung für die Haupteinfüllöffnung bereitstellen.

LTF-ULH.975 Kraftstofftank- und Vergaserbelüftung

- (a) Kraftstofftanks müssen oberhalb ihres Expansionsraums belüftet werden. Die Belüftung ist so zu gestalten, dass eine Verstopfung durch Schmutz oder Eis unwahrscheinlich ist.
- (b) Jede Belüftung ist ins Freie zu führen.
- (c) Das Entlüftungssystem muss so ausgelegt sein, dass ein Austritt von Kraftstoff durch die Belüftungsöffnungen im Falle eines Überschlags minimiert wird.

LTF-ULH.977 Kraftstofffilter und -sieb

- (a) Ein Kraftstofffilter muss zwischen dem Kraftstofftankauslass und dem Eintritt in die Gemischaufbereitung eingebaut sein.
- (b) Jedes Sieb oder jeder Filter muss zum Ablassen und Reinigen leicht zugänglich sein.
- (c) Der Filter muss demontierbar sein oder der Verschmutzungsgrad muss sichtbar sein.
- (d) Jeder Kraftstofftank muss am Ausgang mit einem Fingersieb ausgerüstet sein.
- (e) Die Filterfeinheiten und Maschengröße der Siebe müssen entsprechend der Triebwerksanforderungen ausgelegt sein.

- Komponenten der Kraftstoffanlage -

LTF-ULH.991 Kraftstoffpumpe

- (a) Beim Betrieb mehrerer Kraftstoffpumpen muss jede Pumpe für sich alleine den Betrieb nach **LTF-ULH.955** sicherstellen.
- (b) Die Kraftstoffpumpen dürfen sich gegenseitig nicht beeinträchtigen.

LTF-ULH.993 Kraftstoffleitungen und –verbindungen

- (a) Kraftstoffleitungen müssen so eingebaut sein, dass sie starken Vibrationen und den Lasten aus Kraftstoffdruck und beschleunigten Flugzuständen standhalten.
- (b) Alle Kraftstoffleitungen, die an Bauteilen des ULH befestigt sind, die ihre Lage zueinander verändern können, müssen Vorkehrungen für Nachgiebigkeit haben.
- (c) Für Schlauchleitungen muss nachgewiesen werden, dass sie für den jeweiligen Anwendungszweck geeignet und nach den jeweiligen Verlegevorschriften angebracht sind.

LTF-ULH.995 Kraftstoffventile

- (a) Es muss ein Ventil vorhanden sein, die es dem Piloten ermöglicht, die Kraftstoffzufuhr zum Triebwerk im Fluge schnell abzustellen.
- (b) Die Bedienung für dieses Ventil muss für den Piloten leicht erreichbar sein.
- (c) Die Betätigung des Absperrventils muss feuerfest sein, wenn das Absperrventil triebwerksseitig des Brandschotts liegt.
- (d) Der Leitungsabschnitt zwischen dem Kraftstoffabsperrhahn und dem Triebwerk muss so kurz wie möglich sein.
- (e) Jeder Kraftstoffabsperrhahn muss entweder feste Anschläge haben oder die Stellungen "AUF" und "ZU" müssen deutlich fühlbar sein (z.B. Rasten).
- (f) Jeder Kraftstoffabsperrhahn muss so ausgelegt, angeordnet und geschützt sein, dass er unter allen Bedingungen, die ein Triebwerksbrand wahrscheinlich zur Folge hat, ordnungsgemäß funktioniert.

LTF-ULH.999 Drainage des Kraftstoffsystems

Es muss mindestens eine zugängliche Drainageleitung am tiefsten Punkt in jedem Kraftstoffsystem vorhanden sein, um das System in jeder im Betrieb zu erwartenden Bodenlage des ULH vollständig zu entleeren. Die Entleerung muss außerhalb vom ULH erfolgen.

Die Drainageleitungen besitzen

- (1) manuelle oder automatische Vorrichtungen, die sicher in der geschlossenen Stellung verriegelt werden können.
- (2) ein Ablassventil, das leicht zugänglich ist und leicht geöffnet und geschlossen werden kann.

- Schmierstoffanlage -

LTF-ULH.1011 Triebwerk: Allgemeines

- (a) Wenn ein Triebwerk mit einer Schmierstoffanlage ausgestattet ist, muss diese das Triebwerk mit einer ausreichenden Menge Öl mit einer Temperatur versorgen können, die den für den sicheren Dauerbetrieb festgelegten Höchstwert nicht übersteigt.
- (b) Das Schmierstoffsystem muss über eine für die Einsatzdauer des ULH angemessene Nutzkapazität verfügen.

LTF-ULH.1013 Schmierstoffbehälter

- (a) Schmierstoffbehälter müssen so eingebaut sein, dass sie:
 - (1) die Forderungen von **LTF-ULH.967** erfüllen, und

- (2) dass sie allen Vibrationen und Flüssigkeitslasten während des Betriebes standhalten.
- (b) Der Schmierstoffvorrat muss ohne Benutzung von Werkzeugen überprüft werden können.
- (c) Wenn der Schmierstoffbehälter im Triebwerksraum eingebaut wird, muss er aus feuerhemmendem Werkstoff sein.

LTF-ULH.1015 Prüfung von Schmierstoffbehältern

Jeder Schmierstoffbehälter muss ohne Versagen oder Undichtigkeiten dem folgenden Druck standhalten:

- (a) jeder herkömmliche Metall- oder nicht-metallische Tank mit nicht durch die Struktur des ULH getragenen Wänden einem Druck von 0,35 bar.
- (b) jeder integrale Tank, dem Druck während der maximalen zulässigen Beschleunigung des ULH mit einem vollen Tank bei gleichzeitiger Anwendung der kritischen sicheren Strukturlasten.
- (c) jeder nicht-metallische Tank mit von der Struktur des ULH unterstützten Wänden, in einer akzeptablen Weise unter Verwendung von akzeptablen Materialien hergestellt und mit tatsächlichen oder simulierten Lagerungsbedingungen, einem Druck von 0,14 bar, für den ersten Tank eines spezifischen Designs. Die tragende Struktur muss für die kritischen Lasten ausgelegt sein, die während Flug oder Landung auftreten können, kombiniert mit den Kraftstoffdruckbelastungen, die sich aus den entsprechenden Beschleunigungen ergeben können.

LTF-ULH.1017 Schmierstoffleitungen und –anschlüsse

- (a) Schmierstoffleitungen müssen den Anforderungen gemäß **LTF-ULH.993** entsprechen.
- (b) Belüftungsleitungen müssen so ausgelegt sein, dass:
 - (1) sich nirgendwo Eis durch kondensierten Wasserdampf bilden kann und die Leitung verstopft bzw. sich Öl ablagert,
 - (2) der Entlüftungsauslass bei Schaumbildung keine Brandgefahr darstellt und
 - (3) die Entlüftung nicht in das Luftansaugsystem des Triebwerks erfolgt.

LTF-ULH.1019 Ölfilter oder –siebe

- (a) Jeder Ölfilter (oder Sieb) in der Triebwerkinstallation muss so konstruiert und installiert werden, dass das Öl mit der normalen Durchflussrate durch den Rest des Systems fließt, wenn Sieb oder Filterelement vollständig verstopft sind.
- (b) Jede Turbinenriebwerkinstallation muss einen Ölfilter (oder Sieb) beinhalten, durch den das gesamte Öl fließt, der die folgenden Forderungen erfüllt:
 - (1) Der Ölfilter (oder Sieb) muss Vorkehrungen beinhalten, um die Verschmutzung anzuzeigen, bevor eine Verstopfung des Filters entsteht, es sei denn, der Filter ist am Behälterausgang installiert.
 - (2) Die Umgehung (Bypass) eines Filters (oder Siebs) muss so konstruiert und eingebaut sein, dass möglichst wenige Verunreinigungen am Filter vorbei in das System geleitet werden.
 - (3) Ein Ölfilter (oder Sieb), der keine Umgehung besitzt, muss mit einem Warnsystem verbunden sein, das den Piloten warnt, bevor die Kapazität des Filters erreicht ist.

LTF-ULH.1021 Drainage des Ölsystems

Ein oder mehrere Drainagen müssen zur Verfügung gestellt werden, um einen Ablass des Ölsystems zu ermöglichen. Jede Drainage muss

- (a) zugänglich sein; und
- (b) mittels manueller oder automatischer Vorkehrungen in der geschlossenen Stellung verriegelt werden können.

LTF-ULH.1027 Getriebe und Rotorantriebe

(a) Verfügt ein im Rotorsystem verbautes Getriebe oder Rotorantrieb über ein Schmierstoffsystem, hat dieses die nachfolgenden Forderungen zu erfüllen:

(1) Schmierstoffsysteme für Getriebe und Rotorantriebe müssen den Forderungen von **LTF-ULH.1013**, **.1015**, **.1017**, und **.1337** entsprechen.

(2) Sie müssen an geeigneter Stelle über eine Einrichtung (z. B. Warngerber) verfügen, welche in dem Schmiermittel alle Partikel, die Getriebe-, Rotorantrieb und Antriebssystemkomponenten schädigen könnten, detektiert. Diese Einrichtung muss den Piloten bei Auslösung der Einrichtung während des Fluges warnen.

(3) Jedes Schmierstoffsystem mit einem Schmierstoffvorrat muss über ein Ölsieb oder Ölfilter verfügen, durch welchen der Schmierstoff fließt. Dieser muss:

(i) aus dem Schmierstoff alle Verunreinigungen, die Getriebe-, Rotorantrieb und Antriebssystemkomponenten schädigen oder den Schmierstofffluss in gefährlichem Maße behindern könnten, filtern, und

(ii) im Rahmen der Vorflugkontrolle prüfbar sein, oder den Piloten rechtzeitig vor Verstopfen des Filters warnen.

(4) Der Pilot muss die Möglichkeit haben, einen Ausfall der Schmierung im Flug durch die Überwachung geeigneter Parameter zu erkennen.

(b) Verfügt ein im Rotorsystem verbautes Getriebe oder Rotorantrieb über kein Schmierstoffsystem, ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass im Rahmen der Vorflugkontrolle oder durch Anzeigen sichergestellt ist, dass der Pilot hinsichtlich zu erwartender Störungen an dem Getriebe-, Rotorantrieb- und Antriebssystemkomponenten im Rotorantriebssystem frühzeitig gewarnt wird.

(c) Unabhängig von (a) und (b) hat jedes kritische Lager im Getriebe oder Rotorantrieb über ein System zur Temperaturüberwachung zu verfügen, welches dem Piloten über eine Anzeige die Lagertemperatur anzeigt.

- Kühlung -

LTF-ULH.1041 Allgemeines

Die Triebwerkskühlung muss die Temperaturen aller Triebwerkskomponenten innerhalb der festgelegten Grenzen, bei allen kritischen Betriebszuständen sowie nach dem regulären Ausschalten halten, für die die Zulassung angestrebt wird.

LTF-ULH.1045 Kühlversuchsverfahren

(a) Allgemein.

Für jede Flugphase müssen die Kühlversuche durchgeführt werden, und zwar mit dem ULH

(1) in der Konfiguration, die für die Kühlversuche am kritischsten ist und

(2) unter den kritischsten Bedingungen für die Kühlung.

(b) Temperatur-Stabilisierung.

Für die Zwecke der Kühlversuche gilt eine Temperatur als „stabilisiert“, wenn ihre Änderungsgeschwindigkeit weniger als 1°C pro Minute beträgt. Die folgenden Regeln für die Temperatur-Stabilisierung von Bauteilen und Triebwerks-Flüssigkeiten gelten:

(1) Bei allen ULH und für jede Flugphase:

(i) müssen die Temperaturen unter den Bedingungen stabilisiert werden, unter denen die zu untersuchende Flugphase begonnen wird oder

(ii) muss, wenn die Eintrittsbedingungen es den Temperaturen normalerweise nicht gestatten sich zu stabilisieren, der Betrieb durch die ganze Eintrittsbedingung hindurch durchgeführt werden, bevor die zu untersuchende Flugphase begonnen wird, um den Temperaturen das Erreichen ihrer natürlichen Höhe vor dem Eintritt zu ermöglichen.

(2) Bei ULH in der Start-Flugphase muss dem Steigflug mit Startleistung eine Schwebeflugzeit vorausgehen, in der sich die Temperaturen stabilisiert haben.

(c) Dauer der Versuche.

In jeder Flugphase müssen die Versuche fortgesetzt werden, bis

(1) sich die Temperaturen stabilisieren oder 5 Minuten nach dem die höchste Temperatur, die zu den Testbedingungen gehört, aufgezeichnet wurde,

(2) die Flugphase beendet ist oder

(3) eine Betriebsgrenze erreicht ist.

- Flüssigkeitskühlung -

LTF-ULH.1061 Einbau

(a) Allgemein.

Jedes flüssigkeitsgekühlte Triebwerk muss ein unabhängiges Kühlsystem (einschließlich Kühlmittelank) haben. Luftblasen und Dampf müssen während des Betriebs abgeschieden werden.

(b) Kühlmittelank.

(1) Jeder Kühlmittelank muss in der Lage sein, Vibration, Trägheit und Flüssigkeitslasten zu widerstehen, denen er im Betrieb ausgesetzt sein kann.

(2) Jeder Kühlmittelank muss einen Expansionsraum von mindestens 10% des gesamten Kühlsystems in normaler Bodenlage beinhalten.

(3) Der Füllstand im Expansionsgefäß muss erkennbar sein oder es muss eine Vorrichtung vorhanden sein, um ein Überfüllen des Expansionsgefäßes zu verhindern.

(c) Leitungen und Verbindungen.

Jede Kühlsystemleitung und -verbindung muss den Anforderungen an Kraftstoffleitung gemäß **LTF-ULH.993** entsprechen, mit der Ausnahme, dass der Innendurchmesser der Kühlmittelinlass- und Auslassleitungen nicht kleiner sein darf als der Durchmesser der entsprechenden Triebwerk-Einlass- und Auslassverbindungen.

(d) Wärmetauscher.

Jeder Wärmetauscher muss in der Lage sein, Vibration, Trägheit und Flüssigkeitslasten zu widerstehen, denen er im Betrieb ausgesetzt sein kann.

Jeder Wärmetauscher muss gelagert sein, um die Expansion aufgrund der Betriebstemperaturen zu ermöglichen und die Übertragung von schädlichen Vibrationen zu dem Kühler zu verhindern.

LTF-ULH.1063 Kühlmittelankversuch

Jeder Kühlmittelank muss die Anforderungen an Kraftstofftanks gemäß LTF-ULH.965 erfüllen. Ausgenommen sind die Versuchsanforderungen gemäß **LTF-ULH.965 (a)**, die durch ähnliche Tests ersetzt werden, bei denen die Summe der Drücke, die bei der größten Bruchbeschleunigung mit vollen Tanks oder Drücken von 0,24 bar, je nachdem welches größer ist, entstehen und der größte Arbeitsdruck des Systems verwendet wird.

- Ansauganlage -

LTF-ULH.1091 Luftzufuhr

- (a) Die Luftansauganlage für das Triebwerk muss die Zuführung der notwendigen Luftmengen zum Triebwerk unter allen wahrscheinlichen Betriebsbedingungen gewährleisten.
- (b) Das Eindringen von Fremdkörpern muss durch Filter möglichst verhindert werden.
- (c) Kann sich Kraftstoff in Luftzuführungen ansammeln, benötigt das System Drainagen zum Kraftstoffabfluss
 - (1) frei vom ULH und
 - (2) außerhalb der Weges der Abgasflammen.
- (d) Für turbinengetriebene ULH gilt:
 - (1) Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um den Eintritt von gefährlichen Mengen an Kraftstoff in das Lufteinlasssystem zu verhindern.
 - (2) Die Lufteinlasskanäle müssen so angeordnet und geschützt sein, dass das Einsaugen von Fremdkörpern während Start, Landung und Rollen minimiert wird.

LTF-ULH.1093 Schutz der Luftzufuhr gegen Vereisung

- (a) Das Triebwerk, einschließlich des Lufteinlasssystems muss Vorkehrungen zur Vorbeugung oder Beseitigung von Vereisung bereitstellen.

Anmerkung: Direkteinspritzung oder Ansaugung im Motorraum (Innenansaugung) können als Vorkehrung zur Vorbeugung von Vereisung gewertet werden.

- (b) Wenn der Betrieb bei Schneefall oder Schneetreiben zugelassen werden soll, dürfen keine negativen Auswirkungen auf den Betrieb des Triebwerks innerhalb der Betriebsgrenzen des ULH auftreten.

- Abgasanlage -

LTF-ULH.1121 Allgemeines

Für Abgasanlagen gilt:

- (a) Krümmer und Abgasrohre müssen sich thermisch ausdehnen können,
- (b) örtliche Überhitzungen müssen vermieden werden,
- (c) Abgase dürfen nicht in gefährlicher Nähe von Ablässen der Kraftstoff- und Schmierstoffanlagen austreten,
- (d) Alle Teile der Abgasanlage müssen belüftet sein, damit es an keiner Stelle zu übermäßig hohen Temperaturen kommen kann.
- (e) Jeder Teil der Abgasanlage mit einer Oberfläche, die heiß genug ist, brennbare Flüssigkeiten oder Dämpfe entzünden zu können, muss so angeordnet oder abgeschirmt

werden, dass bei Austreten von brennbaren Flüssigkeiten oder Dämpfen die Brandgefahr minimiert wird.

(f) Wenn deutliche Fangstellen (Siphons) vorhanden sind, muss das Abgassystem jedes Turbinentriebwerks Drainageleitungen haben, die sich in jeder normalen Boden- und Fluglage frei vom ULH entleeren, um Kraftstoffansammlung nach einem gescheiterten Startversuch zu verhindern.

LTF-ULH.1123 Abgasanlage

(a) Abgasanlagen müssen so ausgelegt sein, dass sie hitzebeständig sind sowie gegen Versagen aufgrund von Ausdehnung bis zur Betriebstemperatur standhalten.

(b) Abgasanlagen müssen so befestigt sein, dass sie allen im normalen Betrieb vorkommenden Vibrationen und Trägheitslasten standhalten.

(c) Teile der Abgasanlage, die mit Bauteilen verbunden sind, zwischen denen Relativbewegungen auftreten können, müssen flexible bzw. bewegliche Verbindungen haben.

- Bedienung des Triebwerks und Zusatzausrüstungen

LTF-ULH.1141 Steuerung des Antriebssystems: Allgemeines

(a) Die Steuerung des Antriebssystems muss gemäß **LTF-ULH.777** angeordnet und gemäß **LTF-ULH.1555** gekennzeichnet sein.

(b) Jede Steuerung muss jede eingestellte Position halten können, ohne:

- (1) dass es einer ständigen Überwachung bedarf, sowie
- (2) ein Wegdriften unter Belastungen oder Vibrationen stattfinden kann.

(c) Jede automatisierte Triebwerkssteuerung muss jederzeit durch manuelle Eingabe übersteuert werden können.

LTF-ULH.1143 Triebwerkssteuerung

Verfügt die Leistungssteuerung über eine Kraftstoffabspernung, dann sind Vorkehrungen zur unbeabsichtigten Verstellung in die Aus-Position vorzusehen. Diese Vorkehrungen erfordern:

- (1) eine Sperre oder einen Festanschlag im Leerlauf, und
- (2) eine gesonderte und deutliche Betätigung zur Positionierung der Steuerung in die Aus-Position.

LTF-ULH.1145 Zündschalter

(a) Alle Zündkreise müssen unabhängig geschaltet werden und dürfen für ihre Einschaltung keine Betätigung anderer Schalter erfordern.

(b) Zündschalter müssen so angeordnet und gestaltet sein, dass ein unbeabsichtigtes Betätigen vermieden wird.

(c) Der Zündschalter darf nicht als Hauptschalter für andere Zündkreise dienen.

LTF-ULH.1151 Bedienung der Rotorbremse

(a) Eine versehentliche Betätigung der Rotorbremse während des Fluges muss ausgeschlossen sein.

(b) Eine Vorrichtung muss den Piloten warnen, wenn die Rotorbremse vor dem Start nicht vollständig gelöst wurde.

LTF-ULH.1163 Triebwerkshilfsgeräte

(a) Jedes vom Triebwerk angetriebene Aggregat muss

- (1) für die Montage auf dem betreffenden Triebwerk geeignet sein,
- (2) abgedichtet sein, um eine Verunreinigung des Motorölsystems und des Anbauteilsystems zu verhindern.

(b) Elektrische Ausrüstung, die Lichtbögen oder Funken verursachen kann, muss so installiert sein, dass die Wahrscheinlichkeit eines Kontaktes mit brennbaren Flüssigkeiten oder Dämpfen, die in einem freien Zustand vorhanden sein könnten, vermieden wird.

(c) Sofern nicht andere Mittel vorgesehen sind, müssen am Getriebe- und Rotorantriebssystem Mittel zur Drehmomentbegrenzung für Antriebe von Anbauteilen vorgesehen werden, um Schäden durch übermäßige Zusatzlast zu verhindern.

LTF-ULH.1165 Triebwerkszündanlage

(a) Jede Batterie-Zündanlage muss durch einen Generator ergänzt werden, der als eine alternative Quelle für elektrische Energie automatisch verfügbar ist, um die Fortsetzung des Motorbetriebs zu ermöglichen, wenn die Batterie vollständig entladen wird.

(b) Die Kapazität der Batterien und Generatoren muss groß genug sein, um gleichzeitig den Anforderungen der Zündanlage und aller elektrischen Systemkomponenten gerecht zu werden, die aus der gleichen Quelle schöpfen.

(c) Die Konstruktion der Triebwerk-Zündanlage muss folgendes berücksichtigen:-

- (1) Generatorausfall;
- (2) den Zustand einer vollständig entladenen Batterie mit dem Generator in seiner normalen Betriebsdrehzahl.

(d) Es müssen Vorkehrungen vorhanden sein, um den Piloten zu warnen, wenn eine Fehlfunktion eines Teils des elektrischen Systems eine kontinuierliche Entladung verursacht.

- Triebwerks-Brandschutz -

LTF-ULH.1183 Leitungen, Armaturen und Komponenten

(a) Leitungen, Armaturen und Komponenten, abgesehen von Belüftungs- und Drainageleitungen einschließlich Armaturen, deren Ausfall nicht zu einer Brandgefahr führt oder diese verstärkt, müssen mindestens feuerhemmend sein, wenn sie brennbare Flüssigkeiten durch Bereiche leiten, die von einem Motorbrand betroffen sein können.

Tanks für brennbare Flüssigkeiten und Träger, die Bestandteile des Triebwerks sind und an diesem angebaut sind, müssen feuersicher sein oder durch eine feuersichere Abschirmung eingeschlossen sein, wenn eine Beschädigung durch Feuer eines nicht-feuersicheren Teils ein Auslaufen oder Verschütten von brennbarer Flüssigkeit verursachen kann.

(b) Jede Belüftungs- und Drainageleitung für brennbare Flüssigkeiten muss sich frei vom Luftansaugsystem entleeren.

LTF-ULH.1191 Brandschotte

(a) Alle Teile des Triebwerks, einschließlich Brennkammer, Turbine und Abgasrohr bei Turbinentriebwerken, müssen von den übrigen Teilen des ULH durch Brandschotte,

Ummantelungen oder andere gleichwertige Einrichtungen abgetrennt sein. Hierbei sind die möglichen Ausbreitungsrichtungen, die durch den Luftstrom bei normalem Flug oder in der Autorotation beeinflusst werden, zu berücksichtigen.

(b) Brandschotte müssen so ausgeführt sein, dass Flüssigkeiten, Gase oder Flammen nicht in gefährlichem Maße aus dem Triebwerksraum in die Kabine gelangen können.

(c) Brandschotte und Schutzbleche müssen feuerhemmend und korrosionsgeschützt sein.

(d) Jede Öffnung im Brandschott oder der Verkleidung muss mit enganliegenden, feuersicheren Tüllen, Buchsen oder Brandschottarmaturen abgedichtet werden.

(e) Von den Forderungen der Unterparagraphen (a) bis (d) kann abgewichen werden, wenn
(1) durch andere geeignete Maßnahmen (z.B. Brand- und Rauchmelder, oder Temperaturüberwachungssysteme) ein gleichwertiges Maß an Sicherheit erreicht wird, und

(2) gezeigt werden kann, dass durch andere Maßnahmen eine Notlandung und anschließende Evakuierung möglich ist, und

(3) sichergestellt wird, dass die entsprechenden Systeme bei jedem Flug betriebsbereit sind und entsprechende Kontrollen (z.B. Vorflugkontrollen, regelmäßige Wartungskontrollen) sowie Notverfahren im Betriebshandbuch gemäß **LTF-ULH. 1529** festgelegt sind.

LTF-ULH.1193 Triebwerksverkleidungen und -abdeckungen

(a) Triebwerksverkleidungen müssen so gebaut und befestigt sein, dass sie allen Vibrationen, Massen- und Luftkräften, denen sie im Betrieb ausgesetzt werden, standhalten.

(b) Es müssen Drainageeinrichtungen vorhanden sein, so dass Leckstoffe aus allen Teilen der Verkleidung bei normalen Boden- und Fluglagen abfließen können. Leckstoffe dürfen nur an Stellen abgeführt werden, wo sie keine Brandgefahr darstellen.

(c) Triebwerksverkleidungen müssen mindestens feuerhemmend oder gleichwertig geschützt sein.

(d) Alle Teile der Triebwerksverkleidung, die durch ihre Nähe zu Abgasanlagen oder durch Auftreffen von Abgasen hohe Temperaturen erfahren, müssen feuersicher sein.

F – Ausrüstung

- Allgemeines -

LTF-ULH.1301 Funktion und Einbau

(a) Jedes Teil der eingebauten Ausrüstung muss:

(1) nach Art und Gestaltung seiner vorgesehenen Funktion angemessen sein,

(2) gemäß den Grenzen eingebaut sein, die für diese Ausrüstung festgelegt sind,

(3) im eingebauten Zustand einwandfrei funktionieren, und

(4) zur Identifizierung, gemäß seiner Funktion und/oder in Bezug auf die Betriebsgrenzen beschriftet sein.

(b) Die einwandfreie Funktion sollte nicht durch äußere Einflüsse wie z.B. Temperaturschwankungen, starken Regen oder hohe Luftfeuchtigkeit beeinträchtigt werden.

(c) Werden Avionik-Geräte eingebaut, muss nachgewiesen werden, dass diese und die elektrische Anlage des ULH sich nicht gegenseitig in ihrer Funktion beeinträchtigen.

(d) Geräte und andere Ausrüstungen dürfen weder für sich alleine noch durch ihre Auswirkungen auf den ULH dessen sicheren Betrieb gefährden.

LTF-ULH.1303 Flug- und Navigationsinstrumente

Folgende Flug- und Navigationsinstrumente sind erforderlich:

- (1) mechanischer Fahrtmesser
- (2) mechanischer Höhenmesser
- (3) Rotordrehzahlmesser
- (4) Variometer
- (5) Flüssigkeitskompass

LTF-ULH.1305 Triebwerksinstrumente

(a) Die folgenden Triebwerks- und Hauptgetriebeinstrumente müssen installiert sein, die für den Piloten, wenn dieser angeschnallt ist, ablesbar sind:

(1) Alle Instrumente, die der Triebwerkshersteller fordert oder die erforderlich sind, um das Triebwerk innerhalb seiner Betriebsgrenzen zu betreiben, mindestens jedoch – wenn zutreffend:

- (i) Kraftstoffdruckanzeige oder –warnung
- (ii) für jeden Kraftstofftank eine Kraftstoffvorratsanzeige
- (iv) Triebwerksdrehzahlanzeige
- (v) Warnung, dass wenig Kraftstoff vorhanden ist (10 Minuten), die unabhängig von der Kraftstoffvorratsanzeige gemäß (ii) ist.
- (vi) Abgastemperaturanzeige

(2) Weiterhin müssen bei Kolben- und Wankelmotoren folgende Instrumente vorhanden sein:

- (i) Vergasertemperaturanzeige
- (ii) Zylinderkopftemperaturanzeige
- (iii) Ladedruckanzeige
- (iv) Öltemperatur- und –druckanzeige

(3) Weiterhin muss bei Turbinen eine Drehmomentenanzeige vorhanden sein.

(b) Zusätzlich muss eine Ölvorratsanzeige für jeden Behälter vorhanden sein (z.B. Peilstab) und erkennbar sein, wenn ein Kraftstofffilter oder Ölfilter verschmutzt ist oder sich ferromagnetische Stoffe im Öl befinden.

LTF-ULH.1307 Sonstige Ausrüstung

Die folgende Ausrüstung wird gefordert:

- (a) Ein Sitz für jeden Insassen.
- (b) Ein Sicherheitsgurt für jeden Insassen.
- (c) Eine angemessene Stromversorgung einschließlich einer Anzeige, wenn elektrische Energie für den Betrieb des ULH erforderlich ist.

LTF-ULH.1309 Ausrüstung, Systeme und Einbauten

(a) Die Ausrüstung, Systeme und Einbauten, deren Funktionsfähigkeit von diesem Abschnitt gefordert wird, müssen so konstruiert und eingebaut sein, dass sie bei allen Betriebsbedingungen wie erwartet funktionieren, für die die Zulassung angestrebt wird.

(b) Die Ausrüstung, Systeme und Einbauten müssen so konstruiert sein, dass sie das Risiko und die Gefahr für den ULH bei einer möglichen Fehlfunktion oder bei einem Ausfall so klein wie möglich ausfallen.

- Instrumenteneinbau –

LTF-ULH.1321 Anordnung und Ablesbarkeit

(a) Jedes Flug-, Navigations- und Triebwerkinstrument muss übersichtlich angeordnet sein und für den Piloten vollständig sichtbar sein.

(b) Die Vibrationen des Armaturenbretts dürfen nicht die Instrumente beschädigen oder die Ablesbarkeit oder Genauigkeit der Instrumente beeinträchtigen.

LTF-ULH.1322 Warn-, Vorsichts- und Hinweislichter

Wenn Warn-, Vorsichts- oder Hinweis-Lichter in der Pilotenkabine installiert sind, müssen sie folgende Farbe haben, sofern nicht anders von der zuständigen Stelle genehmigt

(a) Rot, für Warnlampe (Licht, das eine Gefahr anzeigt, die eine sofortige Korrekturmaßnahmen erfordert);

(b) Gelb, für Vorsichtslampen (Licht, das eine erforderliche künftige Korrekturmaßnahmen anzeigt);

(c) Grün, für den sicheren Betrieb und

(d) Jede andere Farbe, einschließlich weiß, für die Beleuchtung, die nicht in den Unterabsätzen (a) bis (c) beschrieben ist, sofern sich die Farbe ausreichend von den Farben unterscheidet, die in den Absätzen (a) bis (c) vorgeschrieben ist, um mögliche Verwirrung zu vermeiden.

LTF-ULH.1323 Fahrtmesseranlage

(a) Die Fahrtmesseranlage muss so kalibriert sein, dass der Fahrtmesser die wahre Fluggeschwindigkeit in Meereshöhe bei Standardatmosphäre anzeigt. Der höchstzulässige Fehler der Anlage darf nicht mehr als $\pm 9,3$ km/h oder ± 5 % betragen. Maßgebend ist der größere Wert.

(b) Die Ermittlung der Fehlerkurve der Fahrtmesseranlage muss im Fluge vorgenommen werden.

(c) Die Fahrtmesseranlage muss für Geschwindigkeiten zwischen 50 km/h und mindestens dem 1,05-fachen von V_{NE} ausgelegt sein.

LTF-ULH.1325 Statische Druckanlage

(a) Jedes Gerät, dessen Gehäuse an den statischen Druck angeschlossen ist, muss so entlüftet sein, dass der Einfluss der Fluggeschwindigkeit die Genauigkeit der Geräte nicht wesentlich beeinträchtigt.

(b) Die Anlagen für den Gesamtdruck und den statischen Druck müssen so gestaltet und eingebaut sein, dass:

- (1) Eine sichere Ableitung von eingedrungener Feuchtigkeit möglich ist,

- (2) Scheuern der Leitungen und übermäßige Verformung oder Verengung an Krümmungen in den Leitungen vermieden werden, und
- (3) die verwendeten Werkstoffe dauerhaft, für den beabsichtigten Zweck geeignet und gegen Korrosion geschützt sind.

LTF-ULH.1327 Magnetkompass

- (a) Der Magnetkompass muss so installiert sein, dass die Anzeigegenauigkeit durch die Vibrationen des ULH oder durch magnetische Felder nicht übermäßig beeinträchtigt wird.
- (b) Nach Kompensierung darf die Abweichung im Horizontalflug und bei jedem Kurs nicht größer als 15° sein.

LTF-ULH.1337 Triebwerksüberwachungsgeräte

- (a) Geräte und deren Leitungen:
 - (1) Leitungen der Triebwerksüberwachungsgeräte, die brennbare unter Druck stehende Flüssigkeit führen, müssen die Forderung in **LTF-ULH.993** erfüllen,
 - (2) Leitungen, die brennbare, unter Druck stehende Flüssigkeiten führen, müssen an der Druckquelle mit Einschnürungen oder anderen Sicherheitseinrichtungen versehen sein, damit bei einem Leitungsbruch nicht übermäßig viel Flüssigkeit entweichen kann.
- (b) Freiliegende Schaugläser, die als Kraftstoffvorratsanzeiger dienen, müssen gegen Beschädigung geschützt sein.
- (c) Kraftstoffdurchflussmesser dürfen bei Fehlfunktion nicht den Kraftstoffzufluss zum Triebwerk blockieren; es sei denn ein Bypass (eine Umleitung) ist eingebaut.

- Elektrische Anlagen und Ausrüstung -

LTF-ULH.1351 Allgemeines

(a) Stromquellen, ihre Anschlussleitungen und die zugehörigen Regel- und Schutzeinrichtungen müssen in der Lage sein, alle Stromkreise, die für den sicheren Betrieb wesentlich sind, mit der erforderlichen Leistung bei richtiger Spannung zu versorgen. Dies ist durch eine rechnerische Belastungsanalyse oder eine elektrische Messung nachzuweisen, die alle an die Anlage angeschlossenen Verbraucher in ihren wahrscheinlichen Kombinationen mit der wahrscheinlichen Dauer berücksichtigen.

Systeme, die für den sicheren Betrieb wesentlich sind, müssen unabhängig sein. Kein Fehler und keine Fehlfunktion in einem anderen elektrischen System darf die Funktionsfähigkeit dieser Systeme beeinträchtigen.

(b) Es muss ein Stromerzeuger vorhanden sein, wenn es ein elektrisches System gibt, das für den sicheren Betrieb wesentlich ist.

Die Stromerzeugung muss so geregelt werden, dass die für einen sicheren Betrieb wesentlichen Stromkreise und Ausrüstungen fehler- und schadensfrei und mit ausreichender Genauigkeit funktionieren.

(c) Es muss eine Anzeige geben, die es dem Piloten ermöglicht festzustellen, dass die Stromversorgung ausreichend ist.

LTF-ULH.1353 Aufbau und Einbau von Akkumulatoren

Akkumulatoren müssen gemäß den hier beschriebenen Festlegungen eingebaut sein.

(a) Explosive oder giftige Gase, die dem Akkumulator im normalen Betrieb oder infolge eines möglichen Fehlers im Ladesystem entweichen, dürfen sich nicht in gefährlichen Mengen im ULH ansammeln können.

(b) Korrodierende Flüssigkeiten oder Dämpfe, die aus dem Akkumulator entweichen können, dürfen nicht zu Schäden an den umgebenden Festigkeitsverbänden oder an benachbarten wichtigen Ausrüstungsteilen führen.

(c) Es muss gezeigt werden, dass während aller möglichen Betriebsbedingungen, die Temperatur und der Druck der Akkumulatoren im zulässigen Bereich bleiben. Dies muss mit Tests nachgewiesen werden, außer es liegt ausreichend Erfahrung mit vergleichbaren Akkumulatoren vor.

(d) Beim Einbau der Akkumulatoren müssen die umgebende Struktur und andere Einbauten in der Nähe der Akkumulatoren so ausgelegt sein, dass sie die höchsten zu erwartenden Temperaturen im Fehlerfall ohne Gefährdung des sicheren Betriebs aushalten. Hierbei können Hilfsmittel wie Überwachung, Notabschaltung oder Feuerlöscher in der Nachweisführung berücksichtigt werden. Besonderes Augenmerk ist auf Nickel-Kadmium- und Lithium-Ionen-Akkumulatoren zu richten, die im Fehlerfall eine thermische Instabilität haben können.

LTF-ULH.1361 Hauptschalteranordnung

(a) Es muss ein Hauptschalter zur Abschaltung aller elektrischen Stromquellen installiert sein.

(b) Der Hauptschalter muss so installiert sein, dass er gut erkennbar und für den Piloten im Flug leicht zugänglich ist.

LTF-ULH.1365 Elektrische Leitungen

(a) Jede elektrische Leitung muss eine ausreichende Dimensionierung haben, korrekt verlegt, befestigt und angeschlossen sein.

(b) Für jedes elektrische Gerät muss eine Überstrom-Schutzeinrichtung vorhanden sein. Keine Schutzeinrichtung darf für mehr als einen für die Flugsicherheit wesentlichen Kreis bestimmt sein. Wenn ein Zurücksetzen der Überstrom-Schutzeinrichtung wichtig für die Flugsicherheit ist, dann muss die Überstrom-Schutzeinrichtung leicht erkennbar und während des Fluges für den Piloten erreichbar sein.

LTF-ULH.1367 Schalter

Jeder Schalter muss:

- (1) gemäß des vorgegebenen Nennstroms ausgelegt sein,
- (2) dem Piloten leicht zugänglich sein, und
- (3) gemäß seiner Schaltfunktion bzw. seines Stromkreises gekennzeichnet sein.

- Lichter -

LTF-ULH.1401 Zusammenstoßwarnleuchte (ACL)

Wenn der ULH mit einem ACL ausgestattet werden soll, so muss diese Anlage folgende Bedingungen erfüllen:

(a) Das ACL muss von genehmigter Bauart sein.

(b) Das ACL muss so angeordnet sein, dass der Pilot beim Führen des ULH nicht beeinträchtigt wird.

- Sicherheitsausrüstung -

LTF-ULH.1411 Sicherheitsausrüstung

Sicherheitsausrüstung darf sich bei Notlandungen nicht lösen und muss die Lasten von LTF-ULH 561 aushalten und muss, wenn erforderlich griffbereit sein.

Funk- und Navigationsausrüstung

LTF-ULH.1431 Allgemeines

Alle eingebauten Geräte müssen von genehmigter Bauart sein. Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein:

- (1) Die Ausrüstung und ihre Antennen dürfen weder für sich allein noch durch die Art, wie sie betrieben werden, noch durch ihren Einfluss auf das Betriebsverhalten des ULH und seiner Ausrüstung Gefahrenquellen bilden.
- (2) Die Ausrüstung und ihre Bedien- und Überwachungsorgane müssen so angeordnet sein, dass sie leicht bedient werden können. Ihr Einbau muss so erfolgen, dass sie zur Vermeidung von Überhitzung ausreichend belüftet sind.

G – Betriebsgrenzen und Angaben

- Allgemeines -

LTF-ULH.1501 Allgemeines

- (a) Alle im Folgenden aufgeführten Betriebsgrenzen, andere Grenzen und Angaben, die für den sicheren Betrieb erforderlich sind, müssen festgelegt werden.
- (b) Die Betriebsgrenzen und andere Angaben, die für den sicheren Betrieb erforderlich sind, müssen dem Piloten zugänglich gemacht werden. Betroffene Festlegungen für den sicheren Betrieb des ULH müssen im Flughandbuch enthalten sein und durch zweckdienliche Beschriftungen dem Piloten vermittelt oder ergänzt werden.

- Betriebsgrenzen -

LTF-ULH.1505 Geschwindigkeiten

- (a) Der zulässige Geschwindigkeitsbereich muss festgelegt werden. Sollten die zulässigen Fluggeschwindigkeiten von weiteren Faktoren abhängig sein, so müssen die Geschwindigkeitsgrenzen für die ungünstigsten Kombinationen bestimmt werden.
- (b) Alle Fluggeschwindigkeiten müssen als am Fahrtenmesser angezeigte Geschwindigkeiten (IAS) festgelegt werden.
- (c) Die nicht zu überschreitende Geschwindigkeit V_{NE} , ist so festzulegen, dass sie nicht größer ist als das:
 - (1) 0,9-fache der anhand **LTF-UHL.251**, **.309** und **.629** ermittelnden maximalen Fluggeschwindigkeit, oder
 - (2) das 0,9-fache der maximalen Geschwindigkeit, bei der Blattspitzenmachzahleffekte auftreten.
- (d) Es darf eine V_{NE} für Triebwerksausfall festgelegt werden,

- (1) die kleiner als V_{NE} und
- (2) die größer als die Geschwindigkeit des besten Steigens V_y ist und
- (3) die entweder eine Konstante ist oder sich in fester Relation mit V_{NE} verändert.

LTF-ULH.1509 Rotordrehzahlen

(a) Höchste "Triebwerk AUS" Rotordrehzahl (Autorotation).
Die höchste Autorotations-Rotordrehzahl ohne Triebwerksleistung muss so festgelegt werden, dass sie nicht mehr als 95% der:

- (1) gemäß **LTF-ULH.309 (2)** ermittelte Drehzahl, und
- (2) höchsten Drehzahl während der Musterprüfung beträgt.

(b) Geringste "Triebwerk AUS" Rotordrehzahl (Autorotation).
Die geringste Autorotationsrotordrehzahl ohne Triebwerksleistung muss so festgelegt werden, dass diese nicht weniger als 105% der:

- (1) geringsten Drehzahl bei der Musterprüfung und
- (2) geringsten ermittelten Drehzahl im Rahmen der Nachweisführung beträgt.

(c) Geringste „Triebwerk AN“ Drehzahl.

Die geringste Rotordrehzahl mit Triebwerksleistung muss so festgelegt werden, dass sie:

- (1) nicht geringer ist als im Rahmen der Musterprüfung festgelegt, und
- (2) nicht größer ist als die Rotordrehzahl, die gemäß **LTF-ULH.33 (a)(1)** und **(b)(1)** ermittelt wurde.

LTF-ULH.1519 Masse und Schwerpunktlage

Die Massen- und Schwerpunktgrenzen, die gemäß **LTF-ULH.25** und **.27** ermittelt wurden, sind als Betriebsgrenzen festzulegen.

LTF-ULH.1521 Triebwerksbetriebsgrenzen

(a) Die Triebwerksgrenzwerte müssen festgelegt werden, so dass

- (1) sie nicht größer als die vom Triebwerkshersteller festgelegten Werte sind, es sei denn, dass zufriedenstellend nachgewiesen werden konnte, dass in Verbindung mit dem ULH höhere Grenzwerte sicher verwendet werden können,
- (2) die maximal zulässige Rotordrehzahl und das maximal zulässige Drehmoment auf dem Rotorantriebssystem nicht überschritten wird,
- (3) eine ausreichende Kühlung der Triebwerke möglich ist und
- (4) ein sicherer Betrieb in allen Flugphasen möglich ist.

(b) Sind vom Hersteller keine Grenzwerte verfügbar, sind diese im Rahmen der Musterzulassung zu ermitteln, auf den Instrumenten zu markieren und im Flughandbuch aufzuführen.

(c) Die erforderliche Kraftstoffsorte muss festgelegt werden.

LTF-ULH.1527 Maximale Betriebshöhe

Die nachgewiesene Betriebshöhe muss mindestens 3500ft (MSL) betragen. Sie ist durch Flug-, Struktur-, Triebwerks- oder Ausrüstungseigenschaften begrenzt.

LTF-ULH.1529 Wartungs- und Betriebshandbuch

Es ist ein Betriebshandbuch mit allen Angaben für die richtige Wartung und Handhabung zu erstellen. Das Betriebshandbuch kann in ein Flughandbuch und ein Wartungshandbuch unterteilt werden, wobei das Flughandbuch immer im ULH mitzuführen ist. Der Antragsteller muss bei den Angaben für das Wartungshandbuch mindestens Folgendes berücksichtigen:

- (1) Beschreibung der Anlagen,
- (2) Abschmierpläne mit der Angabe der Häufigkeit des Abschmierens, des Schmierstoffes und der Schmierflüssigkeiten, die in den verschiedenen Anlagen verwendet werden müssen,
- (3) Drücke und elektrische Belastungen, die für die verschiedenen Anlagen anwendbar sind,
- (4) Toleranzen und Justierungen, die zum richtigen Funktionieren notwendig sind, einschließlich Steuerflächenausschläge,
- (5) Verfahren zum Aufbocken, Heben und Schleppen am Boden,
- (6) Angabe der Haupt- und Nebenstruktur,
- (7) Häufigkeit und Ausmaß der Prüfungen, die für die ordnungsgemäße Wartung des ULH notwendig sind,
- (8) Besondere Instandhaltungsverfahren für den ULH,
- (9) Besondere Prüfverfahren,
- (10) Liste der Spezialwerkzeuge,
- (11) Angaben für die Wägung und die Ermittlung der Schwerpunktlage, die für den störungsfeien Betrieb des ULH notwendig sind,
- (12) Empfehlungen der Laufzeit- und Lebensdauerbefristungen (Auswechseln oder Überholung) von Teilen, Zubehöerteilen und Zusatzeinrichtungen, die diesen Befristungen unterliegen,
- (13) Materialien, die für kleine Reparaturen notwendig sind,
- (14) Empfehlungen für die Reinigung und Pflege,
- (15) Anweisungen für das Auf- und Abrüsten,
- (16) Angabe der Auflagepunkte und der Maßnahmen, die zur Vermeidung von Schäden beim Transport am Boden zu ergreifen sind,
- (17) Liste der Beschriftungen und Markierungen sowie deren Anbringungsorte.
- (18) Kapitel der Lebensdauerbegrenzungen, das von der zuständigen Stelle genehmigt wird und in dem alle Bauteile mit den zugehörigen nachgewiesenen Lebenszeiten und damit Zeiten, nach denen die Bauteile ausgetauscht werden müssen, aufgeführt werden.

- Markierungen und Hinweisschilder -

LTF-ULH.1541 Allgemeines

(a) Am ULH sind anzubringen:

(1) Markierungen und Hinweisschilder wie sie gemäß **LTF-ULH.787** und **LTF-ULH.1545** bis **LTF-ULH.1565** beschrieben werden.

(2) Alle zusätzliche Informationen, Instrumentenmarkierungen und Hinweisschilder die für einen sicheren Flugbetrieb notwendig sind.

(b) Markierungen und Schilder, wie unter Punkt (a) aufgeführt:

(1) müssen an gut sichtbaren Stellen angebracht sein und

(2) so ausgeführt werden, dass diese nicht leicht entfernt oder verändert werden können.

(c) Die Maßeinheiten auf den Schildern müssen mit denen auf den Instrumentenanzeigen übereinstimmen.

LTF-ULH.1545 Geschwindigkeitsmesser

Jeder Geschwindigkeitsmesser muss folgende Markierungen aufweisen:

(1) eine **rote Radiallinie** für V_{NE} (mit Triebwerksleistung),

(2) eine **rot schraffierte Radiallinie** bei V_{NE} (ohne Triebwerksleistung), wenn diese kleiner ist als die V_{NE} mit Triebwerksleistung,

(3) gegebenenfalls einen **gelben Bogen** für den Warnbereich und

(4) einen **grünen Bogen** für den sicheren Bereich.

Wenn Markierungen auf dem Deckglas des Geschwindigkeitsmessers angebracht werden, muss sichergestellt sein, dass sich die Lage des Deckglases gegenüber der Skalenscheibe nicht verändern kann. Alle Bögen und Striche müssen breit genug und so angebracht sein, dass sie für den Flugzeugführer deutlich erkennbar sind und nicht Teile der Skalenscheibe verdecken.

LTF-ULH.1547 Magnetkompass

Wenn ein Magnetkompass eingebaut ist und wenn die Deviation nicht unter 5° für jeden Kurs beträgt, muss in der Nähe des Magnetkompasses eine Tafel mit den Deviationswerten für missweisende Kurse in Stufen von höchstens 30° angebracht werden.

LTF-ULH.1549 Triebwerksüberwachungsinstrumente

Für jedes erforderliche Triebwerksüberwachungsinstrument gilt, soweit für die Art des Gerätes zweckmäßig:

(1) Alle größten und wenn anwendbar kleinsten Grenzwerte für den sicheren Betrieb, müssen mit einem roten Strich markiert werden.

(2) Jeder normale Betriebsbereich muss durch einen grünen Bereich markiert sein, der nicht über den Höchst- und Kleinstwert für sicheren Betrieb hinausreichen darf.

(3) Start- und Warnbereiche sind durch gelbe Bereiche zu markieren.

(4) Jeder Triebwerksbereich, dessen Nutzung wegen übermäßigen Vibrationen begrenzt ist, muss mit einem roten Bereich markiert werden.

LTF-ULH.1551 Ölstandsanzeige

Jeder Ölstandsanzeiger ist mit genügend Ölstandmarkierungen zu versehen, um eine schnelle und akkurate Erfassung der Ölmenge sicher zu stellen.

LTF-ULH.1553 Kraftstoffvorratsanzeige

Jede Kraftstoffvorratsanzeige muss so markiert sein, dass sie in horizontaler Fluglage "NULL" anzeigt, wenn die im Behälter noch vorhandene Kraftstoffmenge der gemäß **LTF-ULH.959** ermittelten nicht ausfliegbaren Menge entspricht. Andernfalls muss auf dem Anzeigegerät ein roter Bogen angebracht sein, der von der Nullanzeige bis zur niedrigsten Anzeige reicht, die sich bei horizontaler Fluglage ergibt.

LTF-ULH.1555 Markierungen der Bedienelemente

- (a) Alle Steuerungs- und Bedienorgane in der Pilotenkabine, mit Ausnahme der Hauptsteuerung, müssen in Bezug auf ihre Funktion und Betriebsart eindeutig gekennzeichnet sein.
- (b) Die Farbkennzeichnungen der Steuerungen und Bedienorgane müssen mit den gemäß **LTF-ULH.1529** festgelegten übereinstimmen.
- (1) Noteinrichtungen - rot,
 - (2) Trimmung - grün.
- (c) Für Bedieneinrichtungen der Kraftstoffanlage gilt:
- (1) jeder Tankwahlschalter muss so gekennzeichnet sein, dass die jedem Tank entsprechende Stellung ersichtlich ist,
 - (2) wenn die Betriebssicherheit die Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge in der Benutzung der Tanks erfordert, muss auf den Tankwahlschaltern oder daneben die Reihenfolge, in der die Tanks zu benutzen sind, angegeben werden.
 - (3) die maximal ausfliegbare Kraftstoffmenge muss am Tankwahlschalter oder an der Tankanzeige ersichtlich sein.

LTF-ULH.1557 Sonstige Markierungen und Beschriftungen

- (a) Jeder Bereich, in dem Gepäck transportiert werden kann, muss mit der zulässigen Lademasse dieses Bereiches und allen zusätzlichen Ladebedingungen beschriftet werden. Die Beschriftung muss beim Beladen lesbar sein.
- (b) Öl- und Kraftstoffbetankungsöffnungen müssen mit den zulässigen Öl- und Kraftstoffsorten beschriftet sein.
- (c) Jede Anschlussmöglichkeit für externe Stromversorgung muss mit der zulässigen Spannung beschriftet sein.

LTF-ULH.1561 Sicherheitsausrüstung

Sofern installiert, müssen Sicherheitseinrichtungen bezüglich ihrer Anwendungsweise deutlich markiert werden.

LTF-ULH.1565 Heckrotor

Der Heckrotor muss so gekennzeichnet sein, dass seine Rotorfläche im Betriebszustand und unter normalen Tageslichtbedingungen am Boden deutlich erkennbar ist.

- Flughandbuch und genehmigte Unterlagen -

LTF-ULH.1581 Allgemeines

- (a) Für jeden ULH muss ein Betriebshandbuch erstellt und vorgelegt werden. Das Betriebshandbuch muss neben den in **LTF-ULH.1529** vorgegebenen Angaben folgende Informationen enthalten, die Bestandteil des Flughandbuchs sein müssen.
- (1) Informationen, die in **LTF-ULH.1583** bis **LTF-ULH.1587** gefordert werden.
 - (2) Weitere Informationen, die für einen sicheren Betrieb erforderlich sind.
- (b) Alle in **LTF-ULH.1529** aufgeführten und darüber hinausgehenden Angaben, die für den sicheren Betrieb oder aufgrund ungewöhnlicher Gestaltung, Betriebsweise oder Betriebseigenschaften erforderlich sind, müssen zur Verfügung gestellt werden.

(c) Die Angabe der Einheiten und Ablesegrößen auf den Instrumenten und im Flughandbuch müssen in derselben Einheit erfolgen.

(d) Die Angaben im Flughandbuch gemäß **LTF-ULH.1583** bis **LTF-ULH.1587** müssen von der zuständigen Stelle genehmigt werden.

(e) Das Betriebshandbuch muss übersichtlich, eindeutig und gut lesbar gestaltet sein.

LTF-ULH.1583 Betriebsgrenzen

(a) Fluggeschwindigkeits- und Rotorgrenzen.

Erforderliche Angaben zu den Fluggeschwindigkeits- und Rotorgrenzen, die auf oder in der Nähe der anzeigenden Skala anzubringen sind, müssen erstellt werden. Die Bedeutung der einzelnen Begrenzungen sowie der Farbcodierungen müssen erläutert werden.

(b) Triebwerksgrenzen.

Folgende Angaben sind erforderlich:

(1) Einschränkungen gemäß **LTF-ULH.1521**,

(2) Erläuterung der Einschränkungen, sofern erforderlich,

(3) Notwendige Information für die Kennzeichnung der Instrumente gemäß **LTF-ULH.1549** bis **.1553**,

(4) Für Zweitakt-Motoren das Benzin/Ölverhältnis.

(c) Massen- und Schwerpunktgrenzen.

Die Massen- und Schwerpunktgrenzen gemäß **LTF-ULH.25** und **.27** sind anzugeben. Wenn die Vielfalt der Beladungsmöglichkeiten es erfordert, muss es Anweisungen geben, welche die Einhaltung der zugelassenen Grenzen ermöglichen.

(d) Höhe.

Die unter **LTF-ULH.1527** festgelegte Höhe und die begrenzenden Einflussgrößen müssen bereitgestellt werden.

LTF-ULH.1585 Betriebsanweisung

a) Der Bereich des Betriebshandbuches, der sich mit den Betriebsverfahren befasst, beinhaltet alle Informationen, die für den normalen Flug, Notverfahren und für den sicheren Betrieb erforderlich sind, einschließlich der Start- und Abflugverfahren mit den zugehörigen Fluggeschwindigkeiten. Das Betriebshandbuch muss alle sachdienlichen Informationen enthalten, einschließlich:

(1) die Art der Startfläche, die bei den Versuchen verwendet wurde, und die jeweils zugehörigen Steiggeschwindigkeiten, und

(2) die Art der Landefläche, die bei den Versuchen verwendet wurden, und die zugehörigen Anflug- und Gleitfluggeschwindigkeiten.

(b) Für ULH, für die eine V_{NE} (Triebwerksausfall) nach **LTF-ULH.1505(d)** angegeben ist, sind Angaben zur V_{NE} (Triebwerksausfall) und die Verfahren zur Verringerung der Fluggeschwindigkeit bis zur V_{NE} (Triebwerksausfall) nach Triebwerksausfall aufzuführen.

(c) Es ist die maximale Menge des ausfliegbaren Kraftstoffs anzugeben.

(d) Die Fluggeschwindigkeit und Rotordrehzahl für die geringste Sinkgeschwindigkeit und den besten Gleitwinkel, wie gemäß **LTF-ULH.71** ermittelt, sind anzugeben.

(e) Notfallverfahren bzw. Verfahren nach einer Fehlfunktion gemäß **LTF-ULH.1353 (d)** müssen angegeben werden.

LTF-ULH.1587 Leistungsangaben

Für den ULH müssen folgende Informationen in Übereinstimmung mit der **LTF-ULH.51** bis **.79** und **.143(c)** ermittelt und angegeben werden:

- (1) ausreichende Informationen über die Höhen-Geschwindigkeits-Bereiche,
- (2) ausreichende Informationen zu:
 - (i) den Schwebeflughöhen und den konstanten Steig- und Sinkraten in Abhängigkeit von Faktoren wie Temperatur und Flughöhe,
 - (ii) demonstrierten maximalen Windgeschwindigkeiten für einen sicheren Betrieb in Bodennähe,
 - (iii) demonstrierten Wind- und Wellenzuständen bei Landungen auf Wasser,
 - (iii) der maximalen Umgebungstemperatur, bei der die Kühlung der Triebwerke und sonstiger Komponenten noch gewährleistet werden kann,
 - (iv) der Gleitentfernung, die im Autorotationsflug zurückgelegt wird, wenn die Bedingungen gemäß **LTF-ULH.71** erfüllt sind.
- (3) ausreichende Informationen über die **LTF-ULH.51** zu Grunde liegenden Massen- und Höhenwerte.

LTF-ULH.1589 Beladungsinformation

Anweisungen, wie der ULH beladen werden darf, einschließlich der Angaben von:

- (1) Schwerpunktgrenzen
- (2) kleinster und größter Pilotenmasse
- (3) Positionen von Ausgleichsmassen und
- (4) größte Masse und erlaubte Beschaffenheit von Gepäck.