# E DIN EN 4709-001:2024-10 (D)

**Erscheinungsdatum: 2024-09-20**

## Luft- und Raumfahrt - Unbemannte Luftfahrzeugsysteme - Teil 001: Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung ASD-STAN prEN 4709-001:2024

## Inhalt

Seite


**Vorwort** ... 10

**1 Anwendungsbereich** ... 11

**2 Normative Verweisungen** ... 11

**3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen** ... 12
**3.1 Begriffe** ... 12
**3.2 Abkürzungsliste** ... 18

**4 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse C0** ... 19
**4.1 MTOM** ... 19
**4.1.1 Leistungsanforderungen** ... 19
**4.1.2 Verifizierungsverfahren** ... 19
**4.1.3 Annahmekriterien** ... 20
**4.2 Höchstgeschwindigkeit** ... 20
**4.2.1 Leistungsanforderungen** ... 20
**4.2.2 Verifizierungsverfahren** ... 21
**4.2.3 Annahmekriterien** ... 24
**4.3 Maximal erreichbare Höhe** ... 24
**4.4 Sicher steuerbar** ... 25
**4.4.1 Allgemeines** ... 25
**4.4.2 Annahmekriterien** ... 25
**4.5 Minimierung der Verletzung von Personen** ... 25
**4.5.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion** ... 25
**4.5.2 Verifizierungsverfahren** ... 27
**4.5.3 Annahmekriterien** ... 31
**4.6 Energieversorgung** ... 31
**4.6.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion** ... 31
**4.6.2 Annahmekriterien** ... 31
**4.7 Follow-Me-Modus** ... 31
**4.7.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion** ... 31
**4.7.2 Verifizierungsverfahren** ... 32
**4.7.3 Annahmekriterien** ... 35
**4.8 Herstelleranweisungen** ... 35
**4.8.1 Anforderungen** ... 35
**4.8.2 Verifizierungsverfahren** ... 36
**4.8.3 Annahmekriterien** ... 40
**4.9 Kennzeichnung** ... 40
**4.9.1 Anforderungen** ... 40
**4.9.2 Verifizierungsverfahren** ... 40
**4.9.3 Annahmekriterien** ... 41

**5 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse C1** ... 41
**5.1 Bodenaufprall** ... 41
**5.1.1 80 Joule** ... 41
**5.1.2 MTOM** ... 46
**5.2 Höchstgeschwindigkeit** ... 46
**5.3 Maximal erreichbare Höhe** ... 46
**5.3.1 Leistungsanforderungen** ... 46
**5.3.2 Verifizierungsverfahren** ... 47
**5.3.3 Annahmekriterien** ... 52

5.4 Sicher steuerbar ... 52
5.4.1 Allgemeines ... 52
5.4.2 Annahmekriterien ... 53
5.5 Mechanische Festigkeit ... 53
5.5.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion ... 53
5.5.2 Verifizierungsverfahren ... 55
5.5.3 Annahmekriterien ... 64
5.6 Minimierung der Verletzung von Personen ... 64
5.7 Verlust der Datenverbindung ... 65
5.8 Energieversorgung ... 65
5.9 Niedriger Batteriestand ... 65
5.10 Follow-Me-Modus ... 65
5.11 Herstelleranweisungen ... 65
5.11.1 Anforderungen ... 65
5.11.2 Verifizierungsverfahren ... 65
5.11.3 Annahmekriterien ... 71
5.12 Kennzeichnung ... 71
5.12.1 Anforderungen ... 71
5.12.2 Verifizierungsverfahren ... 72
5.12.3 Annahmekriterien ... 72

6 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse C2 ... 72
6.1 MTOM ... 72
6.1.1 Allgemeines ... 72
6.1.2 Annahmekriterien ... 72
6.2 Maximal erreichbare Höhe ... 72
6.3 Sicher steuerbar ... 73
6.3.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion ... 73
6.3.2 Verifizierungsverfahren ... 75
6.3.3 Annahmekriterien ... 82
6.4 Mechanische Festigkeit ... 83
6.5 Gefesseltes UA ... 83
6.6 Minimierung der Verletzung von Personen ... 83
6.7 Verbindung für Steuerung und Kontrolle (C2-Verbindung) ... 83
6.7.1 Verlust der C2-Verbindung ... 83
6.7.2 Schutz der C2-Verbindung ... 87
6.8 Modus für niedrige Geschwindigkeit ... 89
6.8.1 Leistungsanforderungen ... 89
6.8.2 Verifizierungsverfahren – Anforderung (1) – Modus für niedrige Geschwindigkeit ... 89
6.8.3 Annahmekriterien ... 89
6.9 Schallleistung ... 89
6.10 Energieversorgung ... 89
6.11 Niedriger Batteriestand ... 90
6.11.1 Leistungsanforderungen ... 90
6.11.2 Prüfverfahren ... 90
6.11.3 Annahmekriterien ... 92
6.12 Herstelleranweisungen ... 92
6.12.1 Anforderungen ... 92
6.12.2 Verifizierungsverfahren ... 92
6.12.3 Annahmekriterien ... 98
6.13 Kennzeichnung ... 99
6.13.1 Anforderungen ... 99
6.13.2 Verifizierungsverfahren ... 99
6.13.3 Annahmekriterien ... 99

7 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse C3 ... 99
7.1 MTOM ... 99
7.1.1 Allgemeines ... 99
7.1.2 Annahmekriterien ... 100
7.2 Maximales charakteristisches Maß ... 100

7.2.1 Konstruktive Anforderungen ..... 100
7.2.2 Verifizierungsverfahren ..... 100
7.2.3 Annahmekriterien ..... 103
7.3 Maximal erreichbare Höhe ..... 103
7.4 Sicher steuerbar ..... 103
7.4.1 Allgemeines ..... 103
7.4.2 Annahmekriterien ..... 104
7.5 Gefesseltes UA ..... 104
7.5.1 Anforderungen an Leistung und Konstruktion ..... 104
7.5.2 Verifizierungsverfahren ..... 106
7.5.3 Annahmekriterien ..... 110
7.6 Verlust der Datenverbindung – Leistungsanforderungen ..... 110
7.7 Energieversorgung ..... 111
7.8 Schutz der Datenverbindung ..... 111
7.9 Niedriger Batteriestand ..... 111
7.10 Herstelleranweisungen ..... 111
7.10.1 Anforderungen ..... 111
7.10.2 Verifizierungsverfahren ..... 111
7.10.3 Annahmekriterien ..... 117
7.11 Kennzeichnung ..... 117
7.11.1 Anforderungen ..... 117
7.11.2 Verifizierungsverfahren ..... 118
7.11.3 Annahmekriterien ..... 118

8 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse C4 ..... 118
8.1 MTOM ..... 118
8.1.1 Allgemeines ..... 118
8.1.2 Annahmekriterien ..... 118
8.2 Sicher steuerbar ..... 119
8.2.1 Anforderungen an Konstruktion und Leistung ..... 119
8.2.2 Verifizierungsverfahren ..... 119
8.2.3 Annahmekriterien ..... 125
8.3 Bedingungen für die automatischen Steuerungsmodi ..... 125
8.3.1 Leistungsanforderungen ..... 125
8.3.2 Verifizierungsverfahren ..... 126
8.3.3 Annahmekriterien ..... 127
8.4 Herstelleranweisungen ..... 128
8.4.1 Anforderungen ..... 128
8.4.2 Verifizierungsverfahren ..... 128
8.4.3 Annahmekriterien ..... 134
8.5 Kennzeichnung ..... 134
8.5.1 Anforderungen ..... 134
8.5.2 Verifizierungsverfahren ..... 134
8.5.3 Annahmekriterien ..... 134

Anhang A (informativ) Konstruktionsempfehlungen zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen von Schnittwunden durch Propeller ..... 136
A.1 Mechanische Schutzvorrichtungen ..... 136
A.2 Betriebliche Schutzvorrichtungen ..... 137
A.2.1 Erkennung mechanischer Stöße ..... 137
A.2.2 Notstopp ..... 137

Anhang B (informativ) Validierungsverfahren für On-Board-GNSS-Empfänger ..... 138
B.1 Allgemeines zum Validierungsprozess für On-Board-GNSS-Empfänger ..... 138
B.2 Statische Messung ..... 139
B.3 Dynamische Messung ..... 139

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen diesem Dokument und den grundlegenden Anforderungen der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 vom 12. März 2019 über unbemannte Luftfahrzeugsysteme und Drittlandbetreiber unbemannter Luftfahrzeugsysteme, deren Einhaltung angestrebt wird ..... 140

**Literaturhinweise** ..... **143**

**Bilder**

**Bild 1 — Prüfanordnung für die Array-Vorbeiflug-Prüfung (Draufsicht mit 3 Geräten)** ..... **22**

**Bild 2 — Feldprüfungsanordnung für die Bildzählung (Draufsicht)** ..... **23**

**Bild 3 — Propellergeometrie** ..... **26**

**Bild 4 — Starrflügler-Druckpropellerkonstruktion** ..... **27**

**Bild 5 — Aufprallanordnung für Multikopter-UA** ..... **29**

**Bild 6 — Begriffe und Anordnung** ..... **33**

**Bild 7 — Ovale Rennstrecke** ..... **33**

**Bild 8 — Position des Fernpiloten und des UA bei Beginn der Prüfung** ..... **33**

**Bild 9 — Prüfung mit Verfolgung des Fernpiloten** ..... **33**

**Bild 10 — Follow-Me-Modus Fluchtprüfung** ..... **34**

**Bild 11 — Follow-Me-Modus — Wiederaufnahmeprüfung** ..... **35**

**Bild 12 — Endgeschwindigkeit eines UA, das den kontrollierten Flug aus 120 m AGL verlässt (siehe [10] Bild 6)** ..... **44**

**Bild 13 — Kinetische Energie eines UA, das den kontrollierten Flug aus 120 m AGL verlässt (siehe [10] Bild 7)** ..... **46**

**Bild 14 — Beispiele für die Abstützung bei Prüfanordnungen zur Lastprüfung der Primärstruktur für unterschiedliche Konfigurationen** ..... **56**

**Bild 15 — Platzierung der Last über (links) und Aufhängung unter dem Schwerpunkt (rechts)** ..... **56**

**Bild 16 — Fallschirm-Belastungsprüfung, grundsätzliche Anordnung** ..... **61**

**Bild 17 — Fallschirm-Belastungsprüfung, mit Darstellung der üblichen Richtung der Schocklast bei Öffnung** ..... **61**

**Bild 18 — Anordnung für die indirekte Messung (Beispiel Starrflügler)** ..... **102**

**Bild 19 — Vertikale Projektion der Endpunkte zur Bestimmung des Fußabdrucks** ..... **102**

**Bild 20 — Bestimmung des Abstands zwischen den Fußabdrücken** ..... **103**

**Bild 21 — Halterung (Beispiel Starrflügler)** ..... **103**

**Bild 22 — Mechanische Beschränkungsvorrichtung/Fesselungssystem zwischen Boden und UA** ..... **105**

**Bild 23 — Lastfälle, Kraftrichtungen** ..... **105**

**Bild 24 — Prüffälle: Bodenhakenbaugruppe** ..... **108**

**Bild 25 — Prüffälle: Lufthakenbaugruppe** ..... **109**

**Bild 26 — Vorgeschlagene Landung bei einem Verlust der C2-Verbindung ..... 127**

**Bild A.1 — Rotorgehäuse bei Mikro-UAS [10] ..... 137**

Tabellen

**Tabelle 1 — Einstufung der Handhabungsqualität (HQR) ..... 74**

**Tabelle 2 — Prüffälle ..... 77**

**Tabelle 3 — Start ..... 78**

**Tabelle 4 — Vertikaler Steigflug und Schweben ..... 78**

**Tabelle 5 — Steigflug ..... 78**

**Tabelle 6 — Vertikaler Sinkflug und Abfangen ..... 79**

**Tabelle 7 — Sinkflug ..... 79**

**Tabelle 8 — Horizontale Steuerung ..... 79**

**Tabelle 9 — Beschleunigung und Verzögerung; schwebefähige Konfiguration ..... 80**

**Tabelle 10 — Beschleunigung und Verzögerung; Starrflügler-Konfiguration ..... 80**

**Tabelle 11 — Kreisen ..... 81**

**Tabelle 12 — Landung ..... 81**

**Tabelle 13 — Interaktion mit Zugriff auf die den Luftraum beschränkenden Funktion (falls installiert) ..... 81**

**Tabelle 14 — Prüffälle ..... 119**

**Tabelle 15 — Startprüfung ..... 120**

**Tabelle 16 — Prüfung vertikaler Steigflug und Schweben ..... 120**

**Tabelle 17 — Prüfung Steigflug ..... 121**

**Tabelle 18 — Prüfung vertikaler Sinkflug und Abfangen ..... 121**

**Tabelle 19 — Prüfung Sinkflug ..... 122**

**Tabelle 20 — Prüfung der horizontalen Steuerung ..... 122**

**Tabelle 21 — Prüfung der Beschleunigung und Verzögerung ..... 123**

**Tabelle 22 — Prüfung der Starrflügler-Konfiguration ..... 124**

**Tabelle 23 — Prüfung des Kreisens ..... 124**

**Tabelle 24 — Landeprüfung ..... 125**

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen diesem Dokument und Anhang Teil 1, 2, 3, 4 und 6 der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 ..... 140**