

DIN EN 4709-007



ICS 49.020

Einsprüche bis 2023-12-20

Entwurf

**Luft- und Raumfahrt –
Unbemannte Luftfahrzeugsysteme –
Teil 007: Allgemeine Produktanforderungen für UAS der Klassen C5 und C6;
Deutsche und Englische Fassung prEN 4709-007:2023**

Aerospace series –
Unmanned Aircraft Systems –
Part 007: General product requirements for UAS of classes C5 and C6;
German and English version prEN 4709-007:2023

Série aérospatiale –
Aéronefs télépilotés –
Partie 007: Exigences générales relatives aux produits pour les UAS de classe C5 et C6;
Version allemande et anglaise prEN 4709-007:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 67 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 4709-007:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 471 „Unbemannte Luftfahrzeugsysteme“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-01-02 AA „Technische Systeme“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 9241-303 siehe DIN EN ISO 9241-303

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9241-303, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 303: Anforderungen an elektronische optische Anzeigen*

– *Entwurf* –

E DIN EN 4709-007:2023-11

– Leerseite –

**Luft- und Raumfahrt – Unbemannte Luftfahrzeugsysteme – Teil 007: Allgemeine
Produktanforderungen für UAS der Klassen C5 und C6**

Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 007: General product requirements for UAS of classes C5 and C6

Série aérospatiale – Aéronefs télépilotes – Partie 007: Exigences générales relatives aux produits pour les UAS de classe C5 et C6

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse 5	7
4.1 UA-Konfiguration	7
4.1.1 Konstruktive Anforderungen	7
4.1.2 Ausführungsverifizierung	7
4.1.3 Annahmekriterien	7
4.2 Informationen über die Höhe des UA	8
4.2.1 Leistungsanforderungen	8
4.2.2 Verifizierungsverfahren	8
4.2.3 Annahmekriterien	8
4.3 Modus für niedrige Geschwindigkeit	8
4.3.1 Leistungsanforderungen	8
4.3.2 Verifizierungsverfahren	8
4.3.3 Annahmekriterien	8
4.4 Überwachung der C2-Verbindung und Warnung	9
4.4.1 Leistungsanforderungen	9
4.4.2 Verifizierungsverfahren	9
4.4.3 Annahmekriterien	10
5 Produktanforderungen und Konformität für UAS der Klasse 6	11
5.1 Maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund	11
5.1.1 Leistungsanforderungen	11
5.1.2 Verifizierungsverfahren	11
5.1.3 Annahmekriterien	11
5.2 Informationen zur geographischen Position, Geschwindigkeit und Höhe des UA	11
5.2.1 Leistungsanforderungen	11
5.2.2 Verifizierungsverfahren	15
5.2.3 Annahmekriterien	19
5.3 Programmieren der UA-Trajektorie	19
5.3.1 Allgemeines	19
5.3.2 Leistungsanforderungen	19
5.3.3 Verifizierungsverfahren	20
5.3.4 Annahmekriterien	20
5.4 Überwachung der C2-Verbindung und Warnung	20
Anhang A (informativ) Signalstärke	21
A.1 Fall einer digitalen C2-Verbindung	21
A.2 Fall einer analogen C2-Verbindung	21
A.3 Fall einer C2-Mobilfunkverbindung	21
Anhang B (informativ) Beispiele für graphische Oberflächen	23
Anhang C (informativ) Farb- und Größenempfehlungen für Warnmeldungen	26
Anhang D (informativ) Beispiel für Möglichkeiten zur Programmierung der Trajektorie des UA	29
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	30
Literaturhinweise	32

Bilder

Bild 1 — Flugmuster für Abweichungsprüfung	17
Bild 2 — Flugmuster für Höhenmessung	18
Bild B.1 — Beispiel 1 für eine graphische Oberfläche, die die geographische Position des UA anzeigt	23
Bild B.2 — Beispiel 2 für eine graphische Oberfläche, die die geographische Position des UA anzeigt	23
Bild B.3 — Beispiel 3 für eine graphische Oberfläche, die die geographische Position des UA anzeigt	24
Bild B.4 — Beispiel 4 für eine graphische Oberfläche, die die geographische Position des UA anzeigt	25
Bild C.1 — Farbanzeigen für Warnmeldungen	26
Bild C.2 — Beispiele für die Messung der Zeichenhöhe mit einem Lineal oder einer Uhrmacherlupe	27
Bild C.3 — Bestimmung der Zeichenhöhe	27
Bild C.4 — Bestimmung der Zeichenhöhe anhand der Anzahl der Pixel in einem Zeichen	28
Bild D.1 — Mögliches Mittel zur Programmierung der Trajektorie des UA	29

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen diesem Dokument und Anhang Teil 16 und Teil 17 der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945	30
---	-----------

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 4709-007:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 471 „Unbemannte Luftfahrzeugsysteme“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BNAE gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission CEN erteilt hat. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten gibt anschließend diese Aufträge für seine Mitgliedsstaaten frei.

Zum Zusammenhang mit EU-Rechtsvorschriften siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält technische Spezifikationen und Verifizierungsmethoden zur Unterstützung der Konformität mit der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 der Kommission vom 12. März 2019, geändert durch die Delegierte Verordnung (EU) 2020/1058 der Kommission vom 27. April 2020, über unbemannte Luftfahrzeugsysteme und Drittlandbetreiber unbemannter Luftfahrzeugsysteme.

Dies beinhaltet die Einhaltung der Produktanforderungen für UAS, die für den Betrieb in einem Standardszenario in der Kategorie „speziell“ (UAS der Klasse C5 und der Klasse C6) vorgesehen sind.

Dieses Dokument behandelt weder UAS, die für den Betrieb in den UAS-Betriebskategorien „speziell“ oder „zulassungspflichtig“ vorgesehen sind, noch UAS, die leichter als Luft sind (z. B. Luftschiffe und Ballons).

Die Übereinstimmung mit diesem Dokument vereinfacht die Einhaltung der technischen Anforderungen von CE-Kennzeichnungen.

Dieses Dokument gilt nur für UA mit Energiequellen, die auf elektrochemischen Technologien basieren.

Zusätzliche, durch die Merkmale der Nutzlast hervorgerufene Gefährdungen sind ausgeschlossen und liegen in der Verantwortung des Herstellers und des Betreibers.

Das vorliegende Dokument deckt die Anforderungen im Anhang, die Anforderungen (1), (3), (4) und (6) in Teil 16 sowie die Anforderungen (1), (3), (6) und (7) in Teil 17 der Verordnung 2020/1058 ab.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 4709-001:—,¹ *Luft- und Raumfahrt — Unbemannte Luftfahrzeugsysteme — Teil 001: Anforderungen und Prüfverfahren*

EN 4709-005:—,² *Luft- und Raumfahrt — Unbemannte Luftfahrzeugsysteme — Teil 005: Überprüfungsmethode für die Geocaging-Funktion*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 4709-001 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

1 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 4709-001:2021.

2 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 4709-005:2023.

3.1

Warnmeldung

Anzeige am Fernsteuerungsgerät des UA, die die Aufmerksamkeit des Fernpiloten auf einen nicht normalen Betriebs- oder Systemzustand lenken und diesen identifizieren soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Warnmeldungen sind in Stufen oder Kategorien eingeteilt, die „Warnung“ und „Vorsicht“ entsprechen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Warnmeldungsanzeigen umfassen auch Markierungen für nicht normale Reichweiten.

3.2

Vorsicht

Warnmeldungsstufe oder -kategorie für Bedingungen, die die sofortige Aufmerksamkeit des Fernpiloten und eine weniger dringende nachfolgende Reaktion des Fernpiloten als eine Warnung erfordern

3.3

haptisches Signal

jede Signalart, die in Form von Vibrationen vom Handfernsteuerungsgerät des UA auf die Hand des Bedieners übertragen wird

3.4

Nennmodus

grundlegende Betriebsmodi, die im normalen Betriebszustand auftreten, ohne dass es zu einem Verlust von Merkmalen, Funktionen oder Fähigkeiten oder einer Verschlechterung der Leistung kommt

3.5

Warnung

Warnmeldungsstufe oder -kategorie für Bedingungen, die die sofortige Aufmerksamkeit des Fernpiloten und eine sofortige Reaktion des Fernpiloten erfordern

3.6

Richtungsbezug

Bezug, der die Ausrichtung oder Richtung einer bestimmten Karte in Bezug auf die Richtungen auf dem Boden oder einen anderen vom Hersteller angegebenen Bezug angibt

BEISPIEL missweisend Nord.

3.7

kontrollierter Bodenbereich

Bodenbereich, in dem das UAS betrieben wird und in dem der UAS-Betreiber sicherstellen kann, dass nur beteiligte Personen anwesend sind

3.8

Ortungssystem

System von instrumentellen und rechnerischen Komponenten zur Positionsbestimmung

BEISPIEL inertiale, integrierte, lineare, optische oder satellitengestützte Ortungssysteme

3.9

Ansicht

visueller Inhalt, der auf der graphischen Oberfläche angezeigt wird, die durch die Verwendung verschiedener Fenster und Zoomstufen die einstellbare Anzeige aller erforderlichen und unterstützenden visuellen Informationen ermöglicht

3.10

Sichtfeld

geographisches Gebiet, das aktuell in der Ansicht angezeigt wird

3.11

Totalstation

elektronischer Tachymeter

Tachymeter mit Mikroprozessor(en), Anzeige und Speicher zur elektrooptischen Entfernungsmessung, Winkelmessung, Verarbeitung, Anzeige und Speicherung von Messdaten

[QUELLE: ISO 9849:2017, 3.1.20]

3.12

globales Navigationssatellitensystem

GNSS

System, das aus mehreren Satellitennetzen besteht, die Funksignale mit Zeit- und Entfernungsdaten aussenden, die von einem Empfänger empfangen werden können, sodass der Bediener den Standort des Empfängers überall auf der Welt bestimmen kann

[QUELLE: ISO 7078:2020, 3.1.26]

3.13

GNSS-Empfänger

elektronisches Gerät, das Signale von GNSS-Satelliten empfängt und digital verarbeitet, um Position, Geschwindigkeit und Zeit (des Empfängers) anzugeben

[QUELLE: ISO 7078:2020, 3.5.27]

3.14

klare und präzise Information

Umfang, in dem eine Information präsentiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die in diesem Dokument berücksichtigten Informationen sind die geographische Position (d. h. Breiten- und Längengrad, WGS 84, ...) des UA, seine Geschwindigkeit und seine Höhe über der Oberfläche oder dem Abflugpunkt in Übereinstimmung mit der Delegierten Verordnung (EU) 2020/1058 der Kommission vom 27. April 2020, Anhang, Teil 16 und Teil 17.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die berücksichtigten Attribute sind Sichtbarkeit, Zeichenhöhe, Objektgröße, Syntax für physikalische Größen und Einheiten und Genauigkeit.

4 Produkthanforderungen und Konformität für UAS der Klasse 5

4.1 UA-Konfiguration

4.1.1 Konstruktive Anforderungen

Sofern das UA nicht angebunden ist, ist das UA kein Starrflügler, unabhängig davon, ob es über die Fähigkeit zu Senkrechtstart und -landung (VTOL, en: vertical take-off and landing) verfügt oder nicht.

4.1.2 Ausführungsverifizierung

Wenn das UA nicht angebunden ist, wird durch Sichtprüfung verifiziert, dass es kein Starrflügler ist.

4.1.3 Annahmekriterien

Das UA ist kein Starrflügler.

4.2 Informationen über die Höhe des UA

4.2.1 Leistungsanforderungen

4.2.1.1 Aktualisierungsrate

Siehe 5.2 für die Höhe des UA.

4.2.1.2 Höhe des UA

Siehe 5.2 für die Höhe des UA.

4.2.2 Verifizierungsverfahren

Siehe 5.2 für die Höhe des UA.

4.2.3 Annahmekriterien

Übereinstimmung mit Annahmekriterien, siehe 5.2 für die Höhe des UA.

4.3 Modus für niedrige Geschwindigkeit

4.3.1 Leistungsanforderungen

(1) Wenn das UA nicht angebunden ist, muss es mit einem wählbaren „Modus für niedrige Geschwindigkeit“ ausgestattet sein, der die Geschwindigkeit über Grund auf nicht mehr als 5 m/s begrenzt.

(2) Der Hersteller muss in den Herstelleranweisungen Folgendes angeben:

- a) das Verfahren zur Festlegung der Geschwindigkeit sowie zur Auswahl („aktivieren“) und Abwahl („deaktivieren“) des „Modus für niedrige Geschwindigkeit“;
- b) Bedingungen und Einschränkungen, die den „Modus für niedrige Geschwindigkeit“ beeinflussen.

4.3.2 Verifizierungsverfahren

- Es wird anhand der Herstelleranweisungen verifiziert, dass das UA mit einem „Modus für niedrige Geschwindigkeit“ ausgestattet ist.
- Die maximale horizontale Geschwindigkeit des UA, wenn der „Modus für niedrige Geschwindigkeit“ ausgewählt ist, wird durch eine beliebige der in EN 4709-001:—¹, 4.2.2 beschriebenen Prüfungen bestimmt.
- Es wird verifiziert, dass die maximale horizontale Geschwindigkeit in allen möglichen Flugmodi und in jeder möglichen Richtung des horizontalen Fluges nicht überschritten wird.
- Die ausgewählte Prüfung wird 3 mal wiederholt und der gemessene Höchstwert wird herangezogen.

4.3.3 Annahmekriterien

(1) Übereinstimmung mit der Anforderungen des „Modus für niedrige Geschwindigkeit“

(2) Durch Überprüfung der Herstelleranweisungen wird verifiziert, dass Folgendes angegeben ist:

- a) das Verfahren zur Festlegung der Geschwindigkeit sowie zur Auswahl („aktivieren“) und Abwahl („deaktivieren“) des „Modus für niedrige Geschwindigkeit“;
- b) Bedingungen und Einschränkungen, die den „Modus für niedrige Geschwindigkeit“ beeinflussen.

4.4 Überwachung der C2-Verbindung und Warnung

4.4.1 Leistungsanforderungen

Das UAS muss die Befehls- und Steuerverbindung überwachen und muss dem Fernpiloten Folgendes zur Verfügung stellen:

- (1) eine visuelle Anzeige der Signalstärke mit mindestens vier Stufen (stark, mittel, schwach, Verlust der C2-Verbindung);
- (2) ein visuelles Vorsichtssignal, begleitet von einer akustischen oder haptischen Warnmeldung im Fall der Anzeige einer schwachen Signalstärke;
- (3) ein visuelles Warnsignal, begleitet von einer akustischen oder haptischen Warnmeldung innerhalb eines in den Herstelleranweisungen festgelegten Zeitraums nach Verlust der C2-Verbindung. Eine Verzögerung von bis zu 5 Sekunden gilt als annehmbare Verzögerung. Andernfalls sollte der Hersteller eine Risikobeurteilung zur Verfügung stellen, die den sicheren Betrieb im Fall eines Verlusts der C2-Verbindung nachweist.
- (4) Die Anforderungen (2) und (3) müssen voneinander zu unterscheiden sein;
- (5) Die Anzeige der Signalstärke muss auf einem Indexwert (oder einer Verschmelzung verschiedener Signalmetriken) sowie einem angemessenen, vom Hersteller bestimmten Schwellenwert basieren.

ANMERKUNG 1 Beispiele für diese Werte und Schwellenwerte für unterschiedliche Übertragungstechnologien sind in Anhang A aufgeführt.

ANMERKUNG 2 Farb- und Größenempfehlungen für die Anzeige der Warnmeldung sind in Anhang C aufgeführt.

ANMERKUNG 3 Ein Leitfaden für akustische, visuelle und haptische Warnmeldungen ist in EN 61310-1 zu finden.

ANMERKUNG 4 Beispiele für visuelle Hinweismeldungen:

- Warnleuchte an der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA;
- Textnachricht auf dem Bildschirm der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA;
- Bilddarstellung auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA, die den Handlungsbedarf anzeigt.

(6) Die Herstelleranweisungen müssen detaillierte Informationen und Spezifikationen enthalten. Der Hersteller muss die visuelle Anzeige der Signalstärke, das visuelle Vorsichtssignal und den visuellen Warnhinweis festlegen. Akustische und haptische Warnmeldungen sollten auch in den Herstelleranweisungen zusammen mit ihrem erwarteten Schema (wie Art, Häufigkeit, Dauer und Muster) beschrieben werden.

4.4.2 Verifizierungsverfahren

Es werden folgende Prüfungen für jede der Anforderungen dreimal durchgeführt:

- (1) visuelle Anzeige der Signalstärke;

Das UA und die Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA werden eingeschaltet und es wird überprüft, dass die Signalstärke visuell angezeigt wird. Die Anzeige der Signalstärke wird während der in EN 4709-001:—¹, 6.7.1 beschriebenen Prüfungen beobachtet und es wird verifiziert, dass die Anzeige dauerhaft zur Verfügung gestellt wird und eine verringerte Verbindungsqualität widerspiegelt.

- (2) Vorsichtssignal;

Die Signalstärke wird verringert.

ANMERKUNG 1 Die Prüfung kann darin bestehen, eine Abschirmung zu verwenden, z. B. in ein Gebäude zu gehen oder eine abgeschirmte Zelle ohne Verschluss zu verwenden, um die Empfangssignalstärke zu verringern, oder das UA an den Grenzen der Signalreichweite zu platzieren und sich mit der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA vom UA zu entfernen.

(3) Warnsignal;

Die Signalstärke wird bis zum Verlust der Verbindung verringert.

ANMERKUNG 2 Die Prüfung wird nach EN 4709-001:—¹, 6.7.1.2.1 durchgeführt.

(4) Eigenschaften von Vorsichts- und Warnsignalen;

Während der Durchführung der Prüfungen in 4.4.2 1. 2. und 3. werden alle visuellen, akustischen und haptischen Warnmeldungen, die während der Prüfphase auftreten, beobachtet und aufgezeichnet.

(5) Messung der Signalstärke;

Die folgende Prüfung wird durchgeführt:

- das UA und die Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA werden verbunden;
- das UAS wird in optimalen Signalbedingungen positioniert (UA und Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA in unmittelbarer Nähe im Fall direkter Kommunikation) und die Anzeige der Signalqualität wird überprüft;
- der Indexwert der Signalqualität und die visuelle Anzeige der Signalstärke auf dem Bildschirm werden aufgezeichnet;
- die Signalqualität wird allmählich reduziert, indem das UA von der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA wegbewegt wird oder indem ein Signaldämpfungssystem verwendet wird;
- der Indexwert der Signalqualität und die visuelle Anzeige der Signalstärke auf dem Bildschirm werden weiterhin aufgezeichnet, bis die Befehls- und Steuerverbindung verlorengeht;
- das Verfahren wird dreimal wiederholt.

(6) Herstelleranweisungen;

Durch Überprüfung der Herstelleranweisungen wird verifiziert, dass die Anzeige der Signalstärke, visuelle, akustische und oder haptische Signale beschrieben und festgelegt sind.

4.4.3 Annahmekriterien

(1) Visuelle Anzeige der Signalstärke.

Es wird verifiziert, dass die angezeigte Signalstärke zwischen starkem Signal, mittlerem Signal, schwächerem/n Signal(en) und „kein Signal“ variiert und die Verringerung der Signalstärke nach Anforderung 1 bis Anforderung 3 widerspiegelt.

(2) Vorsichtssignal.

Es wird verifiziert, dass ein entsprechendes Signal ausgelöst wird, wenn das Signal den vom Hersteller festgelegten niedrigen Wert erreicht.

(3) Warnsignal.

Es wird verifiziert, dass im Falle eines Signalverlusts innerhalb des in den Herstelleranweisungen angegebenen Zeitrahmens ein entsprechendes Signal ausgegeben wird.

(4) Eigenschaften von Vorsichts- und Warnsignalen.

Beide Signale sind voneinander unterscheidbar.

(5) Messung der Signalstärke.

Die visuelle Anzeige der Signalstärke auf dem Bildschirm folgt den Entwicklungen des Indexwerts der Signalqualität, wie vom Hersteller beschrieben. Die visuelle Anzeige der Signalstärke ändert sich bei $\pm 5\%$ der Schwellenwerte. Wenn das Befehls- und Steuersignal verloren geht, zeigt die visuelle Anzeige der Signalstärke dies an.

(6) Herstelleranweisungen.

Durch Überprüfung der Herstelleranweisungen sind die geforderten Informationen angegeben. Akustische und haptische Warnmeldungen entsprechen den in den Herstelleranweisungen beschriebenen Warnmeldungen.

5 Produkthanforderungen und Konformität für UAS der Klasse 6

5.1 Maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund

5.1.1 Leistungsanforderungen

(1) Der Hersteller muss die maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund im Horizontalflug in den Herstelleranweisungen angeben.

(2) Die angegebene maximale Geschwindigkeit darf 50 m/s im Horizontalflug nicht überschreiten.

(3) Die maximale Geschwindigkeit des UA darf die angegebene maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund im Horizontalflug in allen Richtungen nicht überschreiten.

5.1.2 Verifizierungsverfahren

Die in EN 4709-001:—¹, 4.2.2 angegebene Verifizierungsmethodik muss angewendet werden.

5.1.3 Annahmekriterien

(1) Durch Überprüfung der Herstelleranweisungen wird verifiziert, dass die maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund angegeben ist.

(2) Es wird verifiziert, dass die angegebene maximale Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund 50 m/s nicht überschreitet.

(3) Es wird verifiziert, dass die gemessene Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund im Horizontalflug das angegebene Maximum nicht überschreitet.

5.2 Informationen zur geographischen Position, Geschwindigkeit und Höhe des UA

5.2.1 Leistungsanforderungen

5.2.1.1 Aktualisierungsrate

Die geographische Position des UA, seine Geschwindigkeit und seine Höhe werden mindestens jede Sekunde aktualisiert.

5.2.1.2 Informationen zur geographischen Position des UA

5.2.1.2.1 Informationen auf der graphischen Oberfläche

Die geographische Position des UA wird über eine graphische Oberfläche angezeigt, die Bestandteil der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA ist. Die graphische Oberfläche muss während des Fluges Folgendes anzeigen können:

- die geographische Position des UA;
- die Position des Abflugpunkts oder die Position des Fernpiloten;
- sie muss einen wählbaren/variablen Maßstab haben;
- sie muss einen Richtungsbezug auf der Karte und/oder einen anderen vom Hersteller angegebenen Bezug bereitstellen.

Wenn die Karte auf dem Bildschirm beweglich ist, muss die geographische Schnittstelle die Möglichkeit bieten, das UA oder ein anderes vom Fernpiloten ausgewähltes Element zu zentrieren.

Alle Symbole von Elementen, die auf der geographischen Schnittstelle dargestellt sind, müssen in der Herstelleranweisung erläutert werden.

Je nach Maßstab sind möglicherweise nicht alle Elemente zu jeder Zeit sichtbar.

ANMERKUNG Anhang B enthält Beispiele für graphische Oberflächen, die die geographische Position des UA anzeigen.

Die graphische Oberfläche muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

(1) Es wird eine geographische Karte angezeigt.

(2) Die geographische Karte zeigt (alle folgenden Punkte):

- a) die Position des UA;
- b) die Position des Fernpiloten und/oder die Position des Abflugpunkts (Symbol);
- c) eine Basiskarte, die es ermöglicht, die Drohne in ihrer Umgebung zu lokalisieren. Eine Satellitenkarte wird empfohlen. Eine Karte, die nur Straßen, Gebäude und andere von Menschen geschaffene Merkmale zeigt, kann jedoch akzeptiert werden, wenn sie genau genug ist, um die relative Bewegung des UA in Bezug auf seine Umgebung zu ermitteln;
- d) Richtungsbezug und/oder einen anderen vom Hersteller angegebenen Bezug.

(3) Wenn eine Funktion zum Ändern des Sichtfelds (schwenken, neigen, zoomen, auf Standort zentrieren) vorhanden ist, gilt die zu demonstrierende Ansicht als für den beabsichtigten Betrieb entsprechend den Herstelleranweisungen geeignet. Zusätzlich zu einem solchen Leitfaden erfüllt die Ansicht die folgenden Anforderungen:

- a) sie kann so geändert werden, dass der gesamte Betriebsraum angezeigt wird;
- b) sie kann so geändert werden, dass die Position des UA, des Fernpiloten und des Abflugpunkts angezeigt werden; und
- c) sie kann so geändert werden, dass sie das UA und das/die Objekt(e) anzeigt, mit dem/denen das UA interagieren soll.

(4) Die UA-Position wird als Symbol oder als Fadenkreuz angezeigt, wenn sie auf der Karte zentriert ist.

Wenn das UA als Symbol angezeigt wird: Das UA-Symbol wird entweder immer angezeigt oder, wenn eine Funktion zur Änderung des Sichtfelds vorgesehen ist, kann das UA-Symbol mit einer einzigen Aktion und ohne die Notwendigkeit, die für die sichere Durchführung des Fluges erforderlichen Steuerelemente loszulassen, oder automatisch in die Ansicht gebracht werden.

- a) Wenn das UA-Symbol von einem Piloten manuell in die Ansicht gebracht wird: Zwischen der Aktion des Fernpiloten und der Anzeige des UA-Symbols in der Ansicht dürfen weniger als 0,5 s vergehen.
- b) Wenn das UA-Symbol automatisch in die Ansicht gebracht wird: Es dürfen nicht mehr als 3 Sekunden vergehen von dem Zeitpunkt, an dem der Fernpilot die Bedienelemente des Sichtfelds loslässt, bis die Ansicht das UA-Symbol anzeigt.

ANMERKUNG Beispiele für UA-Lokalisierungssymbole sind in Anhang B dargestellt.

(5) Entweder:

- a) das Symbol für den Fernpiloten oder der Abflugpunkt (je nachdem, was angezeigt wird) wird immer angezeigt; oder
- b) wenn es möglich ist, das Sichtfeld zu ändern:
 - das Symbol kann vom Fernpiloten mit einer einzigen Aktion innerhalb von weniger als 0,5 Sekunden in das Sichtfeld gebracht werden, oder
 - das Sichtfeld zeigt eine Linie zwischen der UA-Position und dem Fernpiloten-Symbol/Abflugpunkt an, oder
 - das Sichtfeld zeigt die Richtung des Fernpiloten-Symbols/Abflugpunkts relativ zum UA an, wenn nicht beide auf dem Sichtfeld angezeigt werden können.

(6) Wenn Symbole angezeigt werden:

- a) die Symbole werden beim vorgesehenen Sehabstand mit einem Sehwinkel von mindestens 30 Bogenminuten dargestellt. Symbole sind:
 - im Kontrast zu anderen Elementen, möglicherweise nicht in der geographischen Karte enthalten, oder
 - blinkend.
- b) Wenn sie blinken:
 - wenn das Symbol zwischen einem jederzeit sichtbaren und einem nicht sichtbaren Zustand abwechselte: jedes Intervall, in dem das Symbol nicht sichtbar ist, ist nicht länger als 0,5 Sekunden,
 - wenn das Blinken als Wechsel zwischen Farben umgesetzt ist, müssen die Farben einen ausreichenden Kontrast aufweisen.

(7) Wenn Koordinaten im Text angegeben sind:

- a) sind die Koordinaten in der Reihenfolge:
 - Breitengrad mit vorangestelltem oder nachgestelltem Richtungsbuchstaben „N“ für Nord und „S“ für Süd; gefolgt von:
 - Längengrad mit vorangestelltem oder nachgestelltem Richtungsbuchstaben „E“ für Ost und „W“ für West;
- b) werden Breiten- und Längengrade bei Stillstand in folgenden Formaten dargestellt:

- GG.gggg° und GGG.ggggg° (Auflösung R ist 1 m) (z. B. 53.16488°), oder
- GG°MM.mmm' und GGG°MM.mmm' (Auflösung R ist 2 m) (z. B. 53°09.8933'), oder
- GG°MM'SS.s'' und GGG°MM'SS.s'' (Auflösung R ist 3 m) (z. B. 53°09'53.6''),
- Trennzeichen (°, ', ') zwischen Grad, Minute und Sekunde dürfen durch Leerzeichen ersetzt werden (z. B. 53_09_53.6_N oder N_53_09.8933_).

ANMERKUNG Großbuchstaben (G, M, S) bezeichnen eine Ziffer des Moduls, Kleinbuchstaben (g, m, s) eine Ziffer des Dezimals.

5.2.1.2.2 Genauigkeit für die geographische Position

Während des Fluges muss die geographische Position, die auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA angezeigt wird, als absolute Position angegeben werden.

- Wenn das UA ein klassisches GNSS verwendet, muss der Betriebsstatus des Systems jederzeit angezeigt werden.
- Wenn das UA ein anderes Ortungssystem als GNSS oder ein System verwendet, dessen Genauigkeit während des Fluges variieren darf, sollte die angezeigte geographische Position eine Genauigkeit für die absolute Position zum Zweck der Flugausführung enthalten.

Die Genauigkeit der auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA angezeigten Position muss vom Hersteller festgelegt werden, einschließlich aller auftretenden Fehler und Verzögerungen und über den gesamten möglichen Geschwindigkeitsbereich. Wenn die Genauigkeit eine Funktion der Geschwindigkeit ist, muss der Hersteller detaillierte Daten zur Verfügung stellen, z. B. in Form eines Diagramms, einer Tabelle oder einer Formel oder durch Definition eines Wertes im ungünstigsten Fall.

Der Bildschirm der Ausrüstung für die Fernsteuerung des UA muss den Wert der Ortsveränderung des UA im ungünstigsten Fall während des Fluges bei der aktuellen Geschwindigkeit in effektiver und effizienter Weise anzeigen, entweder durch die Größe des graphischen Symbols, das die aktuelle Position darstellt, oder durch einen zusätzlichen Indikator, z. B. einen Kreis, um den maximalen Bereich der Ungenauigkeit zu jeder Zeit anzuzeigen.

5.2.1.3 Informationen zur Geschwindigkeit des UA

Die Geschwindigkeitsangaben auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA dürfen nicht ausgeblendet sein und müssen aus der Bezeichnung oder dem Symbol für die physikalische Größe, gefolgt vom Messwert und der Einheit, bestehen.

Die angegebenen Informationen müssen in den Herstelleranweisungen erläutert werden.

Die Höchstgeschwindigkeit und bei Starrflügler-Konfigurationen die geringste sichere Geschwindigkeit nach den Herstellerangaben werden bestimmt. Der Flugtest ist nach Möglichkeit mit drei verschiedenen Geschwindigkeiten des Luftfahrzeugs über Grund durchzuführen:

- 10 % der Höchstgeschwindigkeit des UA (oder bei Starrflügler-Konfigurationen die geringste sichere Geschwindigkeit);
- 50 % der Höchstgeschwindigkeit;
- 80 % der Höchstgeschwindigkeit.

5.2.1.4 Informationen zur Höhe des UA

Die Höhenangaben auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA dürfen nicht ausgeblendet sein und müssen aus der Bezeichnung oder dem Symbol für die physikalische Größe, gefolgt vom Messwert und der Einheit, bestehen.

Die angegebenen Informationen müssen in den Herstelleranweisungen erläutert werden, gefolgt von einer Beschreibung, ob es sich um die Höhe über der Oberfläche oder dem Abflugpunkt handelt.

Die Höhe wird in vier Flügen bestimmt, wobei sowohl beim Steig- als auch beim Sinkflug auf der zu messenden Höhe zu verbleiben ist. Wie unten in Bild 2 dargestellt, wird das UA auf der zu messenden Höhe mindestens 5 Sekunden lang an der Stelle schweben oder ein Oval fliegen. Die Höhe muss bei 40 m, 80 m und 120 m gemessen werden. Wenn diese Höhen vom UA nicht unterstützt werden, müssen stattdessen 30 %, 65 % und die maximale Höhe verwendet werden.

5.2.2 Verifizierungsverfahren

5.2.2.1 Allgemeines

Die geographische Position, Geschwindigkeit und Höhe des UA werden mit einer beliebigen der unten beschriebenen Prüfungen oder einem anderen validierten und akkreditierten Prüfverfahren bestimmt.

5.2.2.2 Aktualisierungsrate

Die Aktualisierungsrate wird mit dem unten beschriebenen Prüfverfahren oder einem beliebigen anderen validierten und akkreditierten Prüfverfahren bestimmt.

Videokamera-Verfahren

Eine Videokamera mit einer Bildwiederholrate von mindestens 25 Bildern je Sekunde (FPS) wird auf die angezeigten Informationen gerichtet und die Anzeigen werden aufgezeichnet, während das UA im Flugbetrieb ist. Im Flugbetrieb muss die Änderung der Position, Geschwindigkeit und Höhe groß genug sein, damit die Änderungen innerhalb der Auflösung der angezeigten Informationen durch das UAS erkannt werden können. Das aufgezeichnete Video wird analysiert und die Zeit, die von einer Änderung der angezeigten Informationen bis zur nächsten Aktualisierung der angezeigten Informationen verstrichen ist, wird ermittelt. Durch Zählen der Bilder in den aufgezeichneten Informationen wird bestätigt, dass die bereitgestellten Daten mindestens jede Sekunde $\pm 0,04$ Sekunden aktualisiert werden.

5.2.2.3 Informationen zur geographischen Position des UA

5.2.2.3.1 Informationen auf der graphischen Oberfläche

Die erforderlichen Flugprüfungen werden durchgeführt, um die Einhaltung von EN 4709-005 *Überprüfungsmethode für die Geocaging-Funktion* nachzuweisen. Während der Prüfung wird durch Beobachtung der dem Fernpiloten angezeigten Anzeige verifiziert, dass alle Anforderungen erfüllt sind.

5.2.2.3.2 Genauigkeit für die geographische Position

5.2.2.3.2.1 Genauigkeitsprüfung am Boden

Die folgenden Prüfungen werden am Boden durchgeführt, um die Anzeige der Position des UA und der Abflugposition (wenn verwendet) zu verifizieren:

- a) das UA wird an einer georeferenzierten Position platziert und eingeschaltet. Die Position muss georeferenziert oder eine bekannte Referenzposition mit einem CEP 95 % von höchstens 0,30 m sein;
- b) das UA verbleibt für die vom Hersteller festgelegte Zeit an dieser Position;

- c) die angezeigte Position wird aufgezeichnet;
- d) es wird sichergestellt, dass die Differenz zwischen der tatsächlichen Position und der angezeigten Position weniger als 10 m beträgt.

Wenn das UAS die Position des Fernpiloten anzeigt: Die folgenden Prüfungen werden durchgeführt:

- e) der Fernpilot wird an einer georeferenzierten Position platziert. Die Position muss georeferenziert oder eine bekannte Referenzposition mit einem CEP 95 % von höchstens 0,30 m sein;
- f) an dieser Position wird für die vom Hersteller angegebene Zeitspanne gewartet;
- g) die angezeigte Position wird aufgezeichnet;
- h) es wird sichergestellt, dass die Differenz zwischen der tatsächlichen Position und der angezeigten Position des Fernpiloten weniger als 10 m beträgt.

Alternativ wird die Genauigkeit der geographischen Position mit einem beliebigen anderen validierten und akkreditierten Prüfverfahren bestimmt, z. B. mit dem PPK-Verfahren (Post-Processing Kinematic), indem die Positionsprotokolle der Drohne und die nachbearbeiteten Positionen verglichen werden.

5.2.2.3.2.2 Abweichung von einer statischen Position des UA

Zum Zweck der Prüfung darf die Windgeschwindigkeit 5 m/s oder die vom Hersteller festgelegte maximale Windgeschwindigkeit nicht überschreiten, je nachdem, welcher Wert niedriger ist. Das UA muss für den Abflug vorbereitet sein. Alle Vorflugkalibrierungen müssen in Übereinstimmung mit dem Handbuch erfolgreich abgeschlossen worden sein:

- (1) es werden zwei Bodenkontrollpunkte (A,B) auf einem Prüffeld mit einem festgelegten Abstand zwischen 50 m und 150 m definiert;
- (2) die Kontrollpunkte müssen auf dem Bildschirm der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA in einem Abstand von mehr als 50 % der Bildschirmdiagonale angezeigt werden. Es wird ein geeigneter Zoom-Faktor ausgewählt.
- (3) das UA wird nacheinander an den Positionen A,B positioniert. Es wird gewartet, bis die Position angezeigt wird, und beide auf dem Bildschirm der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA angezeigten Positionen werden erfasst;
- (4) die Prüfung wird dreimal wiederholt.

Alle auf dem Bildschirm erfassten Positionen werden überlagert und es wird überprüft, ob die Abweichung kleiner ist als der vom Hersteller angegebene Wert. Der Mittelpunkt aller erfassten Positionen, bezeichnet als A_i und B_i , wird berechnet.

5.2.2.3.2.3 Abweichung von einer Position während des Fluges des UA

Für eine Positionsabweichung während des Fluges muss das UA wie vom Hersteller beschrieben für einen Flug vorbereitet werden. Es muss eine Flugbahn für einen automatischen Flug in einer sicheren Höhe und einer typischen Betriebsgeschwindigkeit programmiert werden.

Ein Kontrollpunkt C wird ausgewählt und seine Position wird genau bestimmt.

Ein Flugprogramm, das den Punkt C aus mindestens drei verschiedenen Richtungen passiert, z. B. durch Fliegen eines Achtermusters mit Nenngeschwindigkeit, wird ausgeführt.

Die auf der Ausrüstung zur Fernsteuerung des UA angezeigten Positionen sowie die Position des UA werden mit Hilfe interner oder externer Ausrüstung, die im UA oder am Boden installiert ist, erfasst, zum Beispiel:

- ein im UA installiertes Echtzeitkinematik-System (RTK, en: real-time kinematic);
- einen Tachymeter (Totalstation), der das UA erkennt, z. B. durch einen Laser.

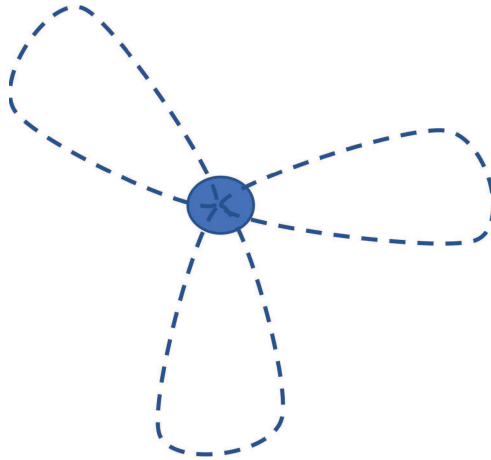


Bild 1 — Flugmuster für Abweichungsprüfung

Die Zeitstempel, an denen die Drohne der Ausrüstung zur Fernsteuerung der Drohne nach Punkt C passiert, werden aufgezeichnet. Für jeden dieser Zeitstempel wird die mit dem RTK- oder Tachymeter-System gemessene Entfernung des UA zu Punkt C bestimmt.

Der Überflug wird wiederholt und die Entfernung des UA zum Punkt C wird dreimal aus jeder Richtung aufgezeichnet.

Dies wird dreimal wiederholt, sodass insgesamt 9 Deltas gemessen werden.

5.2.2.4 Informationen zur Geschwindigkeit des UA

Die Prüfungen werden nach einem beliebigen der in EN 4709-001:—¹, 4.2.2, festgelegten Verfahren durchgeführt und es werden sowohl die auf dem Bildschirm angezeigte Geschwindigkeit als auch die gemessene Geschwindigkeit der Drohne aufgezeichnet. Zu den aufgezeichneten Daten werden Zeitstempel hinzugefügt.

Alternativ wird die Geschwindigkeit des UA durch ein beliebiges anderes validiertes und akkreditiertes Prüfverfahren bestimmt, z. B. Post Processing Kinematic (PPK).

5.2.2.5 Informationen zur Höhe des UA

- Es wird eine Trajektorie für die automatische Ausführung mit den folgenden Parametern programmiert:
 - wenn es möglich ist, für einen Starrflügler mehr als eine Geschwindigkeit zu programmieren, wird ein Modus für niedrige Geschwindigkeit verwendet. Wenn dies nicht verfügbar ist, wird die geringste sichere Geschwindigkeit für die Starrflügler-Konfiguration verwendet;
 - es wird die vom Hersteller festgelegte Standard-Steigrate oder, falls nicht verfügbar, 3 m/s verwendet;
 - es werden 4 Wegpunkte an derselben Position, aber mit unterschiedlichen Höhen festgelegt:
 - Wegpunkt A: 20 m,
 - Wegpunkt B: 40 m,
 - Wegpunkt C: 80 m,