

	DIN EN 4709-002	
ICS 03.220.50; 35.240.60; 49.020 Luft- und Raumfahrt – Unbemannte Luftfahrzeugsysteme – Teil 002: Anforderungen an die direkte Fernidentifizierung; Deutsche und Englische Fassung EN 4709-002:2023 Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 002: Direct Remote identification; German and English version EN 4709-002:2023 Série aérospatiale – Aéronefs télépilotés – Partie 002: Exigences d’identification directe à distance; Version allemande et anglaise EN 4709-002:2023 Gesamtumfang 130 Seiten DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)		

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (EN 4709-002:2023) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Autonomes Fliegen, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

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

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 wird die Norm beide Sprachfassungen enthalten.

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

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt —
Unbemannte Luftfahrzeugsysteme —
Teil 002: Anforderungen an die direkte Fernidentifizierung

Aerospace series —
Unmanned Aircraft Systems —
Part 002: Direct Remote identification

Série aérospatiale —
Aéronefs télépilotes —
Partie 002: Exigences d'identification directe à distance

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. August 2023 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Informationssicherheit	7
1.3 DRI-Anzeigesoftware	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Liste der Abkürzungen	9
4 Allgemeine konstruktive Anforderungen	10
4.1 Überblicksdiagramm	10
4.2 Pflichtangaben	11
4.3 Sicherheit des DRI-Systems	11
4.4 Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers	12
4.5 Leistungsanforderungen	16
4.6 Verarbeitungszeit	16
4.7 Spezielle Anforderungen an das Add-on	16
5 Anforderungen an die direkte Fernidentifizierungsfunktion	16
5.1 Datenkatalog	16
5.2 DRI-Meldungen	21
5.2.1 Meldungs-Header	21
5.2.2 Blockmeldung	22
5.2.3 Basis-ID-Meldung	23
5.2.4 Standort-/Vektormeldung	24
5.2.5 Self-ID-Meldung	28
5.2.6 Systemmeldung	28
5.2.7 Betreiber-ID-Meldung	32
5.2.8 Meldungspaket	32
5.3 Broadcast-Transportprotokolle	33
5.3.1 Allgemeines	33
5.3.2 Transportmechanismus von Bluetooth Legacy Advertising (4.x-kompatibel)	34
5.3.3 Bluetooth Long Range Advertising-Mechanismus (5.x-kompatibel)	36
5.3.4 Wi-Fi NAN-Transportverfahren	42
5.3.5 Wi-Fi Beacon-Transportverfahren	47
5.4 Ausgabeleistung	49
5.5 Emissionsrichtwirkung	50
5.6 Aktualisierungs- und Übertragungsraten	50
6 Verifizierungsanforderungen und Prüfverfahren	50
6.1 Anwendungsbereich	50
6.2 Generisches Prüfverfahren für DRI	50
6.2.1 Allgemeines	50
6.2.2 Prüfverfahren zum Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers	50
6.2.3 Prüfverfahren für die Übertragung des DRI Datenfelds des UAS	51
6.3 Prüfverfahren zu Aktualisierungs- und Übertragungsraten	54
6.3.1 Allgemeiner Prüfaufbau	54
6.3.2 Messverfahren	54
6.4 Kompatibilität zwischen Fernzugriffsidentifizierung und Mobilgeräten	55
6.4.1 Allgemeiner Prüfaufbau	55
6.4.2 Messverfahren	56
Anhang A (informativ) Konformitätsverfahren und Verweisungen auf technische Spezifikationen	57

A.1	Phase der Anforderungsverifizierung	57
A.2	Kanäle, Bandbreite und Frequenzen für Wi-Fi und Bluetooth	57
Anhang B	(informativ) Zusätzliche Prüfverfahren für die Verifizierung optionaler Funktionen von Add-on-DRI-Geräten: Betriebskategorie des UAS, UAS-Klasse	58
B.1	Prüfaufbau	58
B.2	Prüfverfahren für die Konfiguration der Betriebskategorie des UAs (nur für Add-ons)	58
B.3	Prüfverfahren für die Konfiguration der UA-Klasse (nur für Add-ons)	58
B.4	Prüfverfahren für die Übertragung der Betriebskategorie des UAs (nur für Add-ons)	59
Anhang C	(informativ) Leitlinien für die Auswahl von Mobilgeräten	61
Anhang ZA	(informativ) Zusammenhang zwischen diesem Dokument und den grundlegenden Anforderungen der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 vom 12. März 2019 zu unbemannten Luftfahrzeugsystemen und Betreibern von unbemannten Luftfahrzeugsystemen in Drittstaaten, deren Einhaltung angestrebt wird	62
Literaturhinweise		64

Bilder

Bild 1	— Überblicksdiagramm zur DRI	10
Bild 2	— Format der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers	13
Bild 3	— Öffentlicher und privater Teil der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers (OPRN)	14
Bild 4	— Managementablauf für die Registrierung von UAS-Betreibern	15
Bild 5	— Bluetooth-Kanäle	34
Bild 6	— Legacy-Advertisement-Rahmen	35
Bild 7	— Bluetooth Advertising	36
Bild 8	— Bluetooth Extended Advertisement	37
Bild 9	— Primärer Paketrahmen von Bluetooth 5 Long Range Advertisement	37
Bild 10	— Sekundäres Paket für Bluetooth 5 Extended Advertising	41
Bild 11	— Schema zum NAN Service Discovery-Rahmen	44
Bild 12	— MAC-Rahmenformat	47
Bild 13	— Diagramm zum anbieterspezifischen Rahmen des Wi-Fi-Beacons	48
Bild 14	— Flugprofil des generischen DRI-Prüfverfahrens (Multicopter-UA)	52
Bild 15	— Flugprofil des generischen DRI-Prüfverfahrens (Starrflügler-UA)	53
Bild 16	— Diagramm zum Prüfaufbau	54
Bild 17	— Diagramm zum dynamischen Übertragungsintervall (1)	55
Bild 18	— Diagramm zum dynamischen Übertragungsintervall (2)	55
Bild 19	— Diagramm zum Prüfaufbau	56

Tabellen

Tabelle 1		13
Tabelle 2		14
Tabelle 3	— Datenkatalog	17
Tabelle 4	— Definitionen der Aufzählungsfelder	20
Tabelle 5	— Einzelheiten des Meldungs-Headers	22
Tabelle 6	— Zusammenstellung der Blockmeldung zur direkten Fernidentifizierung	22
Tabelle 7	— Einzelheiten zur Basis-ID-Meldung	24
Tabelle 8	— Einzelheiten zur Standort-/Vektormeldung	25
Tabelle 9	— Kodier-/Dekodiertabelle	27
Tabelle 10	— Einzelheiten zur Self-ID-Meldung	28
Tabelle 11	— Einzelheiten zur Systemmeldung	30
Tabelle 12	— Einzelheiten zur Betreiber-ID-Meldung	32
Tabelle 13	— Einzelheiten zum Meldungspaket	32
Tabelle 14	— Einzelheiten zu Legacy-Advertisement-Rahmen	35

Tabelle 15 — Zusätzliche Einzelheiten zum primären Paketrahmen	38
Tabelle 16 — Einzelheiten zum Aux-Zeigerfeld	40
Tabelle 17 — Sekundäres Paket für Bluetooth 5 Extended Advertising	41
Tabelle 18 — Einzelheiten zum NAN Service Discovery-Rahmen	44
Tabelle 19 — Einzelheiten zum NAN Beacon-Rahmen	46
Tabelle 20 — Discovery-Rahmen des Wi-Fi-Beacons	48
Tabelle 21 — Mindestanforderungen an die Übertragungsleistung	49
Tabelle A.1 — Tabelle zur Verifizierungsstrategie	57
Tabelle A.2 — Kanäle, Bandbreite und Frequenzen	57
Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen diesem Dokument und Anhang Teil 2, 3, 4 und 6 der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945	62

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 4709-002:2023) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) erstellt und unterliegt nun der Verantwortung von CEN/TC 471 „Unbemannte Luftfahrzeugsysteme“.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat dieses Dokument die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer von ASD-STAN erhalten, bevor es CEN vorgelegt wurde.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe 4709 ist auf der CEN-Internetseite abrufbar: <https://www.cencen-elec.eu>.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Anträge für seine Mitgliedsstaaten.

Zum Zusammenhang mit EU-Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Europäische Kommission hat am 12. März 2019 die Delegierte Verordnung (EU) 2019/945 zu unbemannten Luftfahrzeugsystemen und Betreibern unbemannter Luftfahrzeugsysteme in Drittstaaten übernommen.

Dieses Dokument bietet allen Wirtschaftsteilnehmern (wie Herstellern, Importeuren und Händlern sowie deren Wirtschaftsverbänden und den an den Konformitätsbewertungsverfahren beteiligten Institutionen) eine tragfähige Möglichkeit, die Einhaltung der in der Delegierten Verordnung vom 12. März 2019 festgelegten Anforderungen nachzuweisen.

Der Endanwender dieses Dokuments übernimmt die gesamte Verantwortung für die sichere Anwendung dieser Prüfverfahren. Es sollten sämtliche relevanten Sicherheits-/Qualitätsverfahren berücksichtigt werden. Wenn das UAS zu Beurteilungszwecken betrieben wird, sollten besondere Überlegungen berücksichtigt werden. Beim Betrieb des UAS sollten sämtliche Kommunal-, Landes-, Bundes- und Staatsgesetze berücksichtigt werden.

Zum Zwecke der Wiederholbarkeit wird davon ausgegangen, dass die Umweltbedingungen (Temperatur, Wind, Druck, Luftfeuchte) bei sämtlichen Prüfungen aufgezeichnet werden und die Prüfungen, sofern nicht anderweitig angegeben, unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden: Temperatur – 18 °C bis 28 °C, Druck – atmosphärisch vom Meeresspiegel bis 2 000 m, Luftfeuchte – 10 % bis 60 %, Windgeschwindigkeit – windstill (weniger als 0,3 m/s oder Null auf der Beaufort-Skala).

DRI-Anzeigesoftware

Die folgenden Informationen dienen zur Verdeutlichung der Annahmen, die für die Fähigkeit kompatibler mobiler Empfangsgeräte in Bezug auf die Interpretation und Anzeige von DRI-Daten getroffen werden.

Wie unter 4.1 beschrieben, verwendet der interessierte Dritte ein mobiles Empfangsgerät (wie beispielsweise ein Smartphone) mit spezifischer RID-Anzeigesoftware, um die Informationen zu empfangen und anzuzeigen, die in der von einem UA übertragenen Fernidentifizierung enthalten sind.

Für einen einfachen Zugriff wird erwartet, dass die Anzeigesoftware für alle interessierte Dritte weitgehend verfügbar ist.

Es wird erwartet, dass die Software alle unter 4.2 beschriebenen Pflichtangaben anzeigt. Eine Methode für die Anzeige der Fernidentifizierung könnte eine Kartendarstellung sein, in der die Position des/der UA(s) zusammen mit der Position des Smartphones angezeigt wird.

Es wird erwartet, dass die als Prüftool zu verwendende Software alle Transportverfahren für die Fernidentifizierung verarbeitet und anzeigt, die in Abschnitt 5 beschrieben werden. Da die Transportverfahren verschiedene Hardwarevoraussetzungen haben, kann das jeweilige mobile Empfangsgerät eventuell nicht alle Transportverfahren empfangen. Es wird erwartet, dass die Software dem Anwender anzeigt, welche Transportverfahren vom aktuell verwendeten mobilen Empfangsgerät unterstützt werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Dieses Dokument liefert Nachweisverfahren für die in Verordnung (EU) 2019/945 zu unbemannten Luftfahrzeugsystemen an die „direkte Fernidentifizierung“ gestellten Anforderungen.

„Direkte Fernidentifizierung“ bezeichnet ein System, das die örtliche Übertragung von Informationen zu einem UA im Betrieb sicherstellt.

Genauer befasst sich dieses Dokument mit der Fähigkeit einer Drohne, während der gesamten Flugdauer, in Echtzeit und ohne spezifische Konnektivität oder Verbindung zur Bodeninfrastruktur, mithilfe bestehender Mobilgeräte identifiziert zu werden, wenn sie sich innerhalb des Übertragungsbereichs befindet. Eine derartige Funktionalität, die auf einem offenen und dokumentierten Übertragungsprotokoll (in diesem Dokument beschrieben) basiert, trägt dazu bei, Sicherheitsbedrohungen zu beheben und die Verpflichtungen des Drohnenbetreibers im Hinblick auf das Grundrecht der Bürger auf Privatsphäre und Schutz ihrer personenbezogenen Daten zu verstärken. Es kann von Strafverfolgungspersonal, Managern kritischer Infrastruktur und der Öffentlichkeit dazu verwendet werden, sofort Informationen zur umherfliegenden Drohne zu erhalten, wobei verschiedene Informationen wie die UA-Seriennummer, UA-Navigationsdaten und Betriebsstatus, die Registrierungsnummer und Position des UAS-Betreibers, wie in der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 festgelegt, zur Verfügung gestellt werden.

Da die Verordnung (EU) 2019/945 erfordert, dass DRI-Informationen mithilfe eines „offenen und dokumentierten Protokolls“ übertragen werden sollen, legt dieses Dokument keine technologischen Maßnahmen zum Schutz der Vertraulichkeit und Integrität der übertragenen Daten fest.

1.2 Informationssicherheit

Dieses Dokument ist darauf beschränkt, die Übereinstimmung des UAS mit den Anforderungen in den Teilen 2, 3, 4 und 6 der Verordnung (EU) 2019/945 sicherzustellen. Somit gilt:

- dieses Dokument umfasst nicht die Fähigkeit zum Schutz der Kommunikation vor Änderungen durch den Anwender und/oder böswilligen Änderungen der an der Berechnung der DRI-Informationen beteiligten Sensorausgabewerte (wie GNSS, Barometer, Magnetometer und Beschleunigungsmesser usw.) sowie an der Schnittstelle zwischen DRI und Funksender;
- dieses Dokument umfasst nicht die Fähigkeit zum Schutz vor Änderungen durch den Anwender und/oder böswilligen Änderungen an Software und Hardware hinsichtlich der geographischen Position, des Zeitstempels, der Höhe, der Abflugposition, der Geschwindigkeit oder des Routenverlaufs des UAs/Add-ons;
- dieses Dokument umfasst nicht die Fähigkeit, die Verifizierung der DRI-Datenintegrität sicherzustellen, oder die Fähigkeit, sicherzustellen, dass die vom mobilen Empfangsgerät empfangene Seriennummer des UAs/Add-ons als einzigartig erkannt wird. Um derartige Fähigkeiten zu erzielen, darf der DRI-Meldung jedoch eine digitale Signatur hinzugefügt werden;
- dieses Dokument umfasst nicht die Fähigkeit, sicherzustellen, dass die vom als Empfänger verwendeten Mobilgerät empfangenen DRI-Daten echt sind und von einem UA/Add-on stammen, das einem registrierten UAS-Betreiber gehört, oder die Fähigkeit, sicherzustellen, dass eine Manipulation der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers erkannt wird. Um derartige Fähigkeiten zu erzielen, darf der DRI-Meldung jedoch eine digitale Signatur hinzugefügt werden.

1.3 DRI-Anzeigesoftware

Anzeigesoftware für die direkte Fernidentifizierung (DRI-Anzeigesoftware) fällt nicht in den Anwendungsbereich dieses Dokuments. Es wird jedoch angenommen, dass kompatible mobile Empfangsgeräte die Fähigkeit zur Interpretation und Anzeige von DRI-Daten unterstützen.

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).

ETSI EN 300 328, V2.2.2:2019-07, *Wideband transmission systems; Data transmission equipment operating in the 2,4 GHz band; Harmonised Standard for access to radio spectrum*

ETSI EN 300 440, V2.2.1:2018-07, *Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 1 GHz to 40 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum*

ETSI EN 301 893, V2.1.1:2017-05, *5 GHz RLAN; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU*

EN ISO 3166-1:2020, *Codes für die Namen von Ländern und deren Untereinheiten — Teil 1: Codes für Ländernamen (ISO 3166-1:2020)*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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/>

3.1.1

Add-on

eigenständiges Übertragungsgerät zur direkten Fernidentifizierung, das eine GNSS-Funktion und eine Kommunikationsfunktion umfasst und die Position, Höhe, Geschwindigkeit über Grund, den Streckenverlauf gemessen im Uhrzeigersinn vom geographischen Norden des UA sowie die Position des Fernpiloten oder die Abflugposition übermitteln kann

3.1.2

direkte Fernidentifizierung

DRI, en: direct remote identification

System, das die lokale Übertragung von Informationen über ein im Betrieb befindliches UA sicherstellt, sodass diese Informationen ohne physischen Zugang zum UA abgerufen werden können

3.1.3

Registrierungsnummer des UAS-Betreibers

Identifikationsnummer, die im Zuge des elektronischen Registrierverfahrens von der Nationalen Zivilluftfahrtbehörde an den UAS-Betreiber vergeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument werden Registrierungsnummer des UAS-Betreibers, ID des UAS-Betreibers und Registrierungs-ID des UAS-Betreibers synonym verwendet.

3.2 Liste der Abkürzungen

AGL	über dem Boden (en: Above Ground Level)
ASD-STAN	Europäischer Verband der Luftfahrt-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (en: Aerospace and Defence Industries Association of Europe – Standardization)
C0, C1, C2, C3, C4	Klasse 0 bis Klasse 4, gültig für den Betrieb in der „offenen“ Kategorie für den UAS-Betrieb
C2-Verbindung	Befehls- und Steuerverbindung zwischen UA und der GCS
C5, C6	Klasse 5 und Klasse 6, gültig für den Betrieb in der „spezifischen“ Kategorie in Standardszenarien
CAA	Zivilluftfahrtbehörde (en: Civil Aviation Authority)
DRI	Direkte Fernidentifizierung (en: Direct Remote ID)
EASA	Europäische Agentur für Flugsicherheit (en: European Aviation Safety Agency)
EC	Europäische Kommission (en: European Commission)
EDPS	Europäischer Datenschutzbeauftragter (en: European Data Protection Supervisor)
EMC	Elektromagnetische Verträglichkeit
EMI	Elektromagnetische Interferenz
GCS	Bodenkontrollstation (en: Ground Control Station) (in der EU-Verordnung wird der gleichwertige Begriff „CU“ (Befehlseinheit, en: Command Unit), verwendet)
GNSS	globales Navigationssatellitensystem
GTRF ¹	terrestrischer Bezugsrahmen für Galileo (en: Galileo Terrestrial Reference Frame)
ICAO	International Civil Aviation Organization
ID	Identifizierung
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission (en: International Electrotechnical Commission)
ISO	Internationale Organisation für Normung (en: International Organization for Standardization)
LE	Little Endian
LSB	Niedrigstwertiges Byte (en: Least Significant Byte)
MS	Mitgliedstaat
MSB	Höchstwertiges Byte (en: Most Significant Byte)
NAN	(Wi-Fi) Neighbour Awareness Networking
sm	Seemeilen
OEM	Originalausrüstungshersteller (en: Original Equipment Manufacturer)
RID	Fernidentifizierungs-Anzeige (en: Remote ID Display)
RPAS	Ferngeführtes Luftfahrzeugsystem (en: Remotely Piloted Aircraft System)
SDF	Service-Discovery-Rahmen (en: Service Discovery Frame)
TU	Zeiteinheit (en: time unit; 1 TU = 1 024 µs)
UA	Unbemanntes Luftfahrzeug (en: Unmanned Aircraft)
UAS	Unbemanntes Luftfahrzeugsystem (en: Unmanned Aircraft System)
UTC	koordinierte Weltzeit (en: Coordinated Universal Time)
UTM	UAS Traffic Management
UUID	Universally Unique Identifier auf Grundlage von IETF RFC4122

4 Allgemeine konstruktive Anforderungen

4.1 Überblicksdiagramm

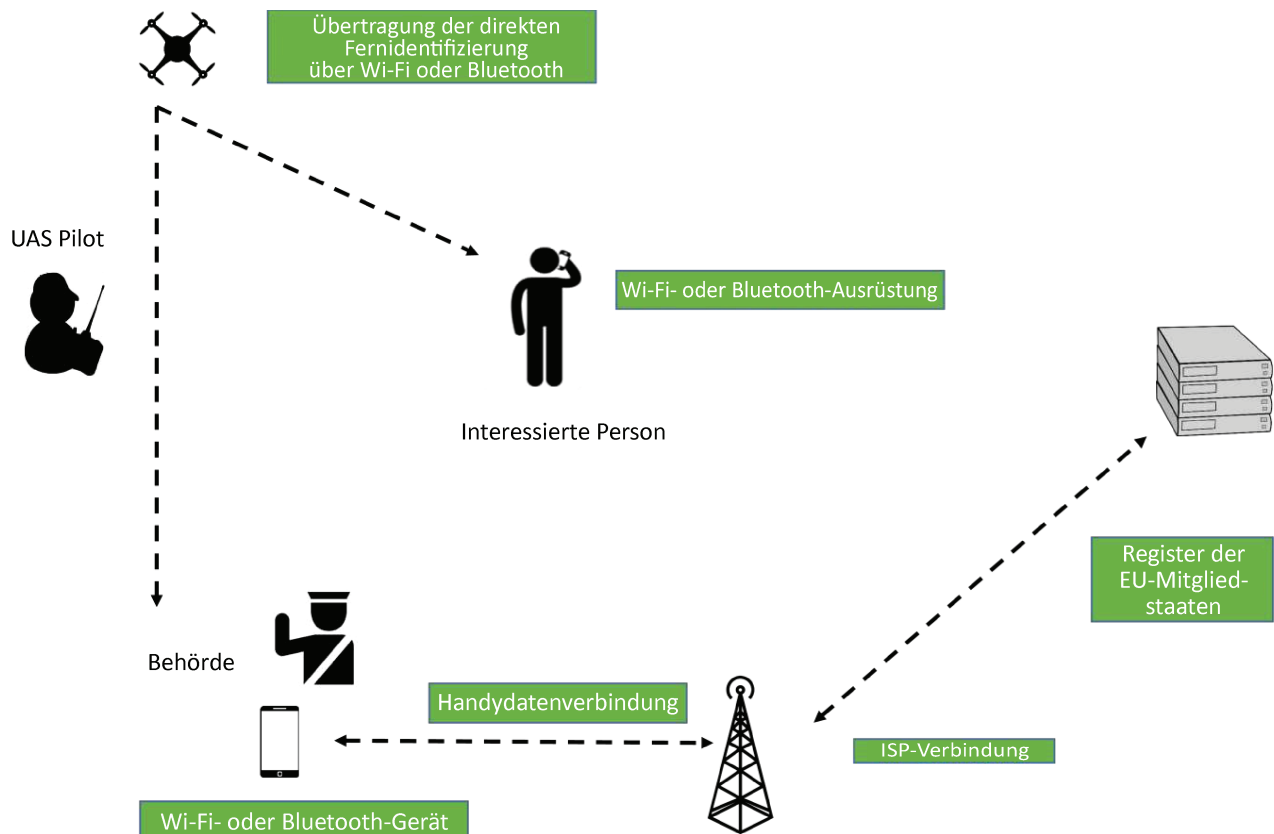


Bild 1 — Überblicksdiagramm zur DRI

Ein oder mehrere UAs befinden sich in Betrieb und übertragen Daten zur direkten Fernidentifizierung. Ein interessierter Dritter oder die Behörde möchte das UA identifizieren.

Das UA überträgt mithilfe eines der in Abschnitt 5 beschriebenen Verfahren fortlaufend Daten zur direkten Fernidentifizierung.

Der interessierte Dritte greift auf einem mobilen Empfangsgerät auf eine Anzeigesoftware für die Fernidentifizierung (RID-Software) zu. Die Anzeigesoftware zeigt den UA-Standort und die Position des Fernpiloten oder, falls nicht verfügbar, die Abflugposition und eine Spur von Positionsberichten auf einer Karte sowie, bei Auswahl eines bestimmten UAs, zugehörige Identifizierungsinformationen.

Wenn der interessierte Dritte die Anzeigesoftware für die Fernidentifizierung auf einem mobilen Empfangsgerät (wie einem Smartphone) öffnet, werden die Daten zur Fernidentifizierung folgendermaßen erhoben:

1 GTRF ist das Bezugsellipsoid für das europäische Satellitennavigationssystem Galileo. GPS nutzt das Bezugsellipsoid WGS84. Der maximale Unterschied, der zwischen WGS 84 und GTRF ermittelt wurde, beträgt weniger als 4 cm (ungefähr 3,6 cm 2 Sigma) – siehe [16]. Dies wird im Hinblick auf die GNSS-Genauigkeitsanforderungen für die Luftfahrt, die sich im Bereich mehrerer Meter bewegen, als vernachlässigbar angesehen.

- 1) das Übertragungs-UA sendet fortlaufend seine Informationen zur Fernidentifizierung aus. Das mobile Empfangsgerät (wie etwa ein Smartphone) nutzt seine internen Funkeinrichtungen, um die Informationen vom UA zu empfangen, extrahiert die Daten zur Fernidentifizierung und zeigt den Standort des UA auf der Karte sowie die Position des Piloten oder, je nach Anforderungsmatrix, die Abflugposition. Sobald neue Positions-Updates empfangen werden, werden die vorherigen Positionsberichte Teil der Spur, die anzeigt, wo das UA vor Kurzem entlanggeflogen ist, und mit der zuerst empfangenen Position beginnt;
- 2) der interessierte Dritte wählt das Übertragungs-UA aus und lässt sich die entsprechenden ID-Informationen anzeigen.

4.2 Pflichtangaben

Das System für die direkte Fernidentifizierung muss die nachfolgend aufgelisteten Pflichtangaben örtlich aus-senden:

- Identifizierungsinformationen:
 - die Registrierungsnummer des UAS-Betreibers;
 - die eindeutige Seriennummer des UAs (oder exklusiv das Add-on);
- Informationen zur Geolokalisierung:
 - den Zeitstempel, die geographische Position des UAs und seine Höhe über dem Boden oder seinen Abflugpunkt;
 - den Streckenverlauf gemessen im Uhrzeigersinn vom geographischen Norden und die Grundgeschwindigkeit des UAs;
 - die geographische Position des Fernpiloten oder, sofern nicht verfügbar, die geographische Position des Abflugpunkts;
- Informationen zum UA-Status:
 - den UAS-Notfallstatus für Klasse C1, C2, C3. Für das Add-on nicht erforderlich.

Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung muss durch Prüfungen, wie in 6.2 „Generisches Prüfverfahren für die DRI“ festgelegt, nachgewiesen werden.

4.3 Sicherheit des DRI-Systems

Allgemeine Sicherheitsanforderung:

- Das System zur direkten Fernidentifizierung muss die Möglichkeit zur Manipulation der Funktionalität des Systems zur direkten Fernidentifizierung mindern.

ANMERKUNG Das System zur direkten Fernidentifizierung ist die an Bord befindliche Funktion des UAs/Add-ons, die die DRI-Informationen formatiert und per Funk an ein kompatibles mobiles Empfangsgerät sendet.

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments erstreckt sich nicht auf das mobile Empfangsgerät, daher gilt diese Sicherheitsanforderung nicht für das mobile Empfangsgerät selbst.

Spezifische Sicherheitsanforderungen:

- das UA und das Add-on verfügen über eine eindeutige Seriennummer; diese Nummer wird ab Werk vergeben und darf anschließend nicht geändert werden. Der Schutz der eindeutigen Seriennummer

des UAs/Add-ons muss über die Auslegung erfolgen. Die Seriennummer muss in einem sicheren Speicherbereich gespeichert sein;

- die Auslegung der DRI muss verhindern, dass der Anwender den Teil der DRI-Meldung mit den Informationen zur Geolokalisierung, wie in 4.2 festgelegt, verändern kann.

Die Übereinstimmung mit diesen Anforderungen muss durch die Dokumentation der Auslegung des Originalgeräteherstellers nachgewiesen werden.

4.4 Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers

Ein UAS der Klassen C1, C2, C3 und das DRI-Add-on müssen über eine Funktion verfügen, die das Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers ermöglicht. Die Nummer wird ausschließlich nach dem Registrierungsprozess nach Art. 14 der Verordnung 2019/947 vergeben. Das genaue Verfahren zum Hochladen der Nummer in das DRI-System muss vom Hersteller festgelegt und in der an den Kunden gelieferten Anleitung dargelegt werden.

Das DRI-System darf das Hochladen einer ungültigen Registrierungsnummer des UAS-Betreibers nicht annehmen.

- a) Wie in Bild 2 gezeigt, muss die vom Mitgliedsstaat (MS) vergebene eindeutige Registrierungsnummer des UAS-Betreibers aus 16 alphanumerischen Zeichen bestehen, die folgendermaßen angeordnet sind:
 - 1) zuerst drei alphanumerische Zeichen, die dem Alpha-3-Code des MS der Registrierung nach EN ISO 3166-1:2020 entsprechen (nur Großbuchstaben); und
 - 2) eine Folge aus zwölf zufällig generierten, alphanumerischen Zeichen (nur Kleinbuchstaben);
 - 3) ein Zeichen, das der entsprechend Punkt (c) generierten Prüfsumme entspricht.
- b) Der MS muss zudem drei weitere alphanumerische Zeichen (nur Kleinbuchstaben) zufällig generieren. Sie werden durch einen Bindestrich „-“ von den unter (a) festgelegten sechzehn Zeichen getrennt (ASCII-Code DEC 45).
- c) Der MS muss durch Anwenden des Luhn-mod-36-Algorithmus auf die fünfzehn alphanumerischen Zeichen, die sich aus der Verkettung der folgenden Elemente in der folgenden Reihenfolge ergeben, eine Prüfsumme generieren:
 - 1) der zwölf letzten alphanumerischen Zeichen der unter (a) (2) festgelegten Registrierungsnummer des UAS-Betreibers; und
 - 2) der drei zufällig generierten, unter (b) festgelegten zusätzlichen alphanumerischen Zeichen „xyz“.

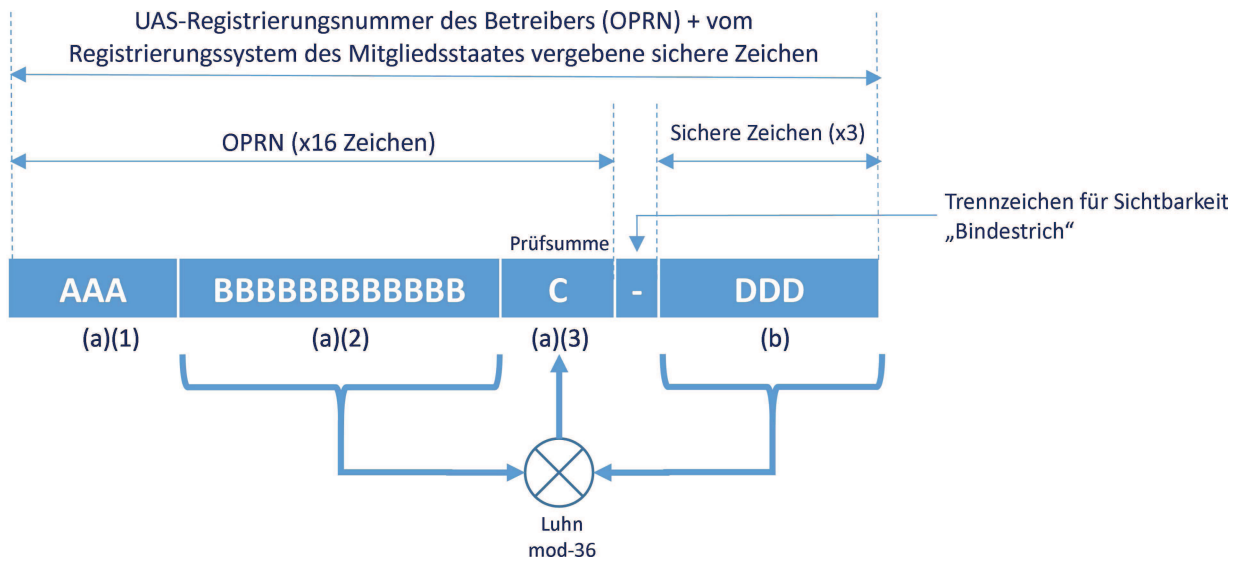


Bild 2 — Format der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers

Beim Luhn-mod-36-Algorithmus beginnt die Zuordnung der Zeichen zu Codepunkten mit den Ziffern, dann folgen die Kleinbuchstaben wie nachfolgend gezeigt:

Tabelle 1

Zeichen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	g	h
Codepunkt	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Zeichen	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
Codepunkt	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

BEISPIEL Ein Beispiel für die Registrierungsnummer eines UAS-Betreibers: „FIN87astrdge12k8“. Dabei ist:

- „FIN“ der Alpha-3-Code nach EN ISO 3166-1:2020 für Finnland;
- „87astrdge12k“ ein Beispiel für die zwölf (12) alphanumerischen Zeichen, wie unter (a) (2) in AMC1-Artikel 14(6), Registrierung von UAS-Betreibern und „zertifizierten“ UAS, festgelegt;
- „8“ der Prüfsummenwert, d.h. das Ergebnis der Anwendung des Luhn-mod-36-Algorithmus auf die 15 alphanumerischen Zeichen, die sich aus der Verkettung der 12 letzten alphanumerischen Zeichen der unter (a) (2) festgelegten Registrierungsnummer des UAS-Betreibers und der unter (b) festgelegten 3 zufällig generierten zusätzlichen alphanumerischen Zeichen (d. h. 87astrdge12kxyz) ergeben. Es ist zu beachten, dass weder die drei dem Alpha-3-Code nach EN ISO 3166-1:2020 entsprechenden alphanumerischen Zeichen (im Beispiel die Zeichenfolge „FIN“) noch der Bindestrich „-“ als Teil der Prüfsummenberechnung verwendet werden.
- Ein Beispiel für eine vollständige Zeichenfolge (e) des AMC1-Artikels 14(6), die von einem Mitgliedsstaat vergeben werden muss, ist „FIN87astrdge12k8-xyz“. Dabei ist:
- „FIN87astrdge12k8“ die Registrierungsnummer des UAS-Betreibers;
- „xyz“ ein Beispiel für 3 zufällig generierte alphanumerische Zeichen;
- „8“ der Prüfsummenwert, der im Zuge des Hochladeverfahrens für die Registrierungsnummer des UAS-Betreibers verifiziert werden muss.

Die Informationen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers bestehen aus der Registrierungsnummer des UAS Betreibers (OPRN), wobei das Prüfsummenzeichen den öffentlichen Teil und die drei zufällig generierten sicheren Zeichen den privaten Teil darstellen. Das Registrierungssystem des Mitgliedstaates weist dem Betreiber beide Teile zu. Die Absicht besteht darin, dass beim Hochladen der Registrierungsnummer des Betreibers beide Teile in das DRI-System eingegeben werden. Das DRI-System verwendet beide Teile, um die Prüfsumme seinerseits erneut zu berechnen und die Übereinstimmung zu prüfen.

Das DRI-System sendet jedoch nur den öffentlichen Teil (einschließlich der Prüfsumme) aus. Der private Teil wird weder im UA gespeichert noch übertragen.

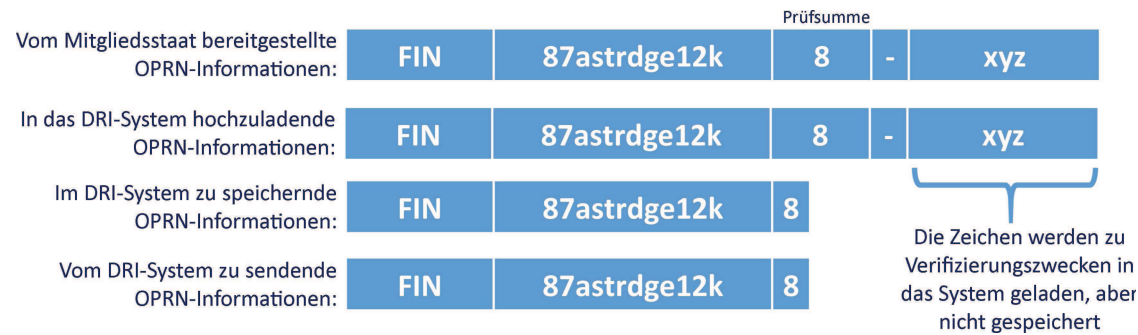


Bild 3 — Öffentlicher und privater Teil der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers (OPRN)

Tabelle 2

Zeichen	Codepunkt	Doppelt	Reduziert	Quersumme
8	8	16 (Basis 10)/g (Basis 36)	16	16
7	7		7	7
a	10	20 (Basis 10)/k (Basis 36)	20	20
s	28		28	28
t	29	58 (Basis 10)/1 m (Basis 36)	1+22	23
r	27		27	27
d	13	26 (Basis 10)/q (Basis 36)	26	26
g	16		16	16
e	14	28 (Basis 10)/s (Basis 36)	28	28
1	1		1	1
2	2	4 (Basis 10)/4 (Basis 36)	4	4
k	20		20	20
x	33	66 (Basis 10)/1 u (Basis 36)	1+30	31
y	34		34	34
z	35	70 (Basis 10)/1 y (Basis 36)	1+34	35

Quersumme = $16 + 7 + 20 + 28 + 23 + 27 + 26 + 16 + 28 + 1 + 4 + 20 + 31 + 34 + 35 = 316$.

Daher muss 8 zu 316 addiert werden, um die Zahl 324 zu erhalten, sodass $324 \bmod 36 = 0$.

Ergebnis: Prüfsumme = 8

Ein weiteres Beispiel für die Anwendung des Luhn-mod-36-Algorithmus auf die folgenden 15 alphanumerischen Zeichen „13azertyuiopabc“:

Quersumme = $2 + 3 + 20 + 35 + 28 + 27 + 23 + 34 + 25 + 18 + 13 + 25 + 20 + 11 + 24 = 308$

Ergebnis: Prüfsumme = g

Es ist eine spezielle Benutzerschnittstelle erforderlich, damit der Anwender folgende Daten in das System eingeben kann: die Registrierungsnummer des UAS-Betreibers und die vom Mitgliedsstaat in der Registrierungsphase übermittelten sicheren Zeichen.

Für jede DRI-Implementierung muss ein Verfahren zur Verfügung stehen, mit dem Anwender die ID des UAS-Betreibers eingeben, die Konsistenz der Nummer prüfen und sie auf dem Gerät speichern können.

Das folgende Diagramm beschreibt auf Grundlage des weiter oben gezeigten Beispiels das Verfahren, das durch die direkte Fernidentifizierungsfunktion des UAS oder das Add-on implementiert werden muss:

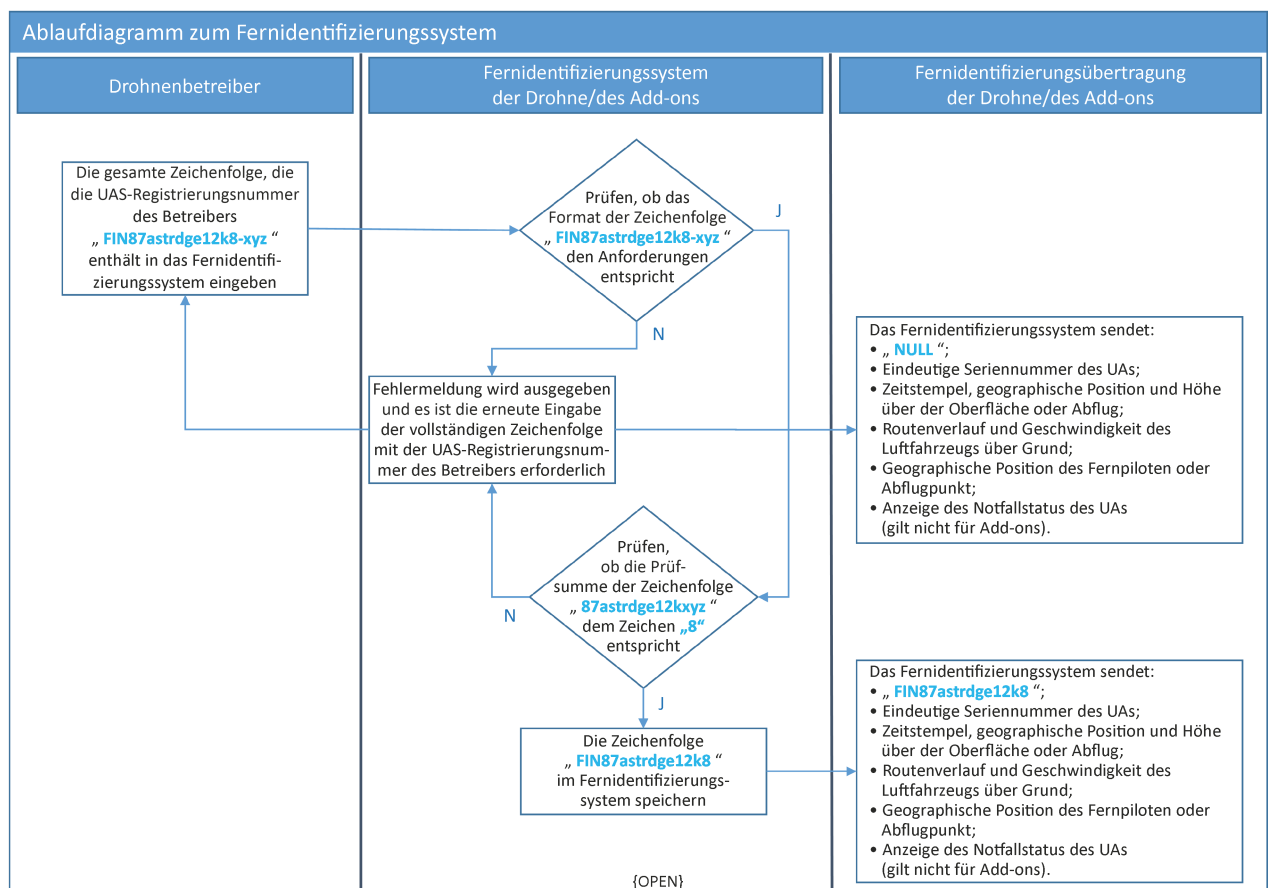


Bild 4 — Managementablauf für die Registrierung von UAS-Betreibern

Behörden haben zur Verifizierung der gesendeten Registrierungsnummer eines UAS-Betreibers speziellen Zugriff auf das Registrierungssystem, um den privaten Teil zu ermitteln. Durch die erneute Berechnung der

Prüfsumme über den öffentlichen und privaten Teil und den Vergleich mit der vom UA gesendeten Prüfsumme ist es möglich, die Gültigkeit der gesendeten Registrierungsnummer zu ermitteln.

Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung muss durch Prüfung, wie unter 6.2 festgelegt, nachgewiesen werden.

4.5 Leistungsanforderungen

Dieses Dokument legt mehrere Leistungsanforderungen fest:

- Funkübertragungsleistung: ebenso wie Funkgeräte müssen auch DRI-Systeme den relevanten Normen für Funkgeräte entsprechen: ETSI EN 301 893 für 5-GHz-Wi-Fi und ETSI EN 300 328 V2.1.1 für Bluetooth und 2,4-GHz-Wi-Fi (siehe Abschnitt 2). Diese Normen legen ausschließlich die Höchstwerte für die Übertragungsleistung fest. Um die Mindestleistungsfähigkeit des DRI-Systems sicherzustellen, muss die DRI-Ausrüstung den unter 5.4 festgelegten Mindestwerten für die Ausgabeleistung sowie den unter 5.5 festgelegten Anforderungen an die Emissionsrichtwirkung entsprechen;
- Datenübertragung und Aktualisierungsraten: um die ordnungsgemäße Identifizierung und Rückverfolgung des UA durch Beobachter zu ermöglichen, müssen die Informationen zur Fernidentifizierung wie unter 5.6 festgelegt regelmäßig gesendet werden;
- Informationen zur direkten Fernidentifizierung müssen durch vorhandene mobile Empfangsgeräte (wie beispielsweise Smartphones, Tablets, Laptops oder jegliche Art von Mobilgerät) empfangen werden.

4.6 Verarbeitungszeit

Die vom DRI-System gesendeten Informationen müssen während der gesamten Flugdauer (d. h. wenn sich die Drohne in der Luft befindet) übertragen werden.

Die gesendeten Informationen können optional auch dann übertragen werden, wenn sich die Drohne am Boden befindet (d. h. vom Einschalten bis zum Ausschalten).

4.7 Spezielle Anforderungen an das Add-on

Der Hersteller des DRI-Add-ons muss Folgendes bereitstellen:

- ein Benutzerhandbuch mit Anweisungen zur Installation des Add-ons auf dem UA: empfohlene Lage und Ausrichtung der Antennen;
- ein Tool zur Konfiguration der Registrierungsnummer des Betreibers, der Klasse des UA (und optional der Betriebskategorie, sofern diese Funktion implementiert ist);
- Anweisungen zum Hochladen der UA-Klasse, der Betriebskategorie und der Registrierungs-ID des Betreibers sind ebenfalls erforderlich.

5 Anforderungen an die direkte Fernidentifizierungsfunktion

5.1 Datenkatalog

Die Blockmeldungen, die vom sendenden DRI-Dienst übermittelt werden, basieren auf einem semantischen Modell, das wie in Tabelle 3 definiert ist; es umfasst die Liste der für die Funktionalität der direkten Fernidentifizierung erforderlichen Datenfelder, einschließlich der Mindesteigenschaften, die von den Übertragungsimplementierungen unterstützt werden müssen. Da die Meldungen der direkten Fernidentifizierung größenbegrenzt sind, ist für manche Datenfelder die Anwendung von Kodierungsverfahren zur Anpassung der Auflösung oder Zusammenfassung von Wertebereichen erforderlich.

Um die Kompatibilität von Datenfeldern und -protokollen mit den Anforderungen der Delegierten Verordnung und anderen Spezifizierungsanforderungen weltweit sicherzustellen, sind in den vier Spalten C1, C2, C3, Add-on ganz rechts in sämtlichen Tabellen im folgenden Abschnitt 5 empfohlen kodierte „E“, verbindlich kodierte „V“ und optional kodierte „O“ Werte angegeben.

„V“ = Verbindlich, bedeutet, dass das Datenfeld eine ganz bestimmte Anforderung aus der Delegierten Verordnung erfüllt und dieses Datenfeld folglich im globalen Datensatz vorhanden und sein Wert korrekt eingestellt sein muss.

„O“ = Optional, bedeutet, dass das Datenfeld keine bestimmte Anforderung aus der Delegierten Verordnung erfüllt und dieses Datenfeld folglich im globalen Datensatz vorhanden sein muss und sein Wert auf den realen Wert oder auf Null eingestellt sein könnte (d. h. Nullzeichen bei einer Zeichenfolge oder „0“ als Zahl) oder, wenn der Wert unbekannt ist, der in der Tabelle festgelegte Wert zu verwenden ist.

„E“ = Empfohlen, bedeutet, dass das Datenfeld zwar keine bestimmte Anforderung aus der Delegierten Verordnung erfüllt, aber ASD-STAN-Mitglieder und Branchenvertreter, die diese Standardspezifikation ausgearbeitet haben, empfehlen, dass dieses Datenfeld im globalen Datensatz vorhanden und sein Wert korrekt eingestellt ist. Falls ein empfohlenes Feld nicht verwendet wird, muss es auf NULL gestellt werden.

Tabelle 3 — Datenkatalog

Datenfeld	Beschreibung/Begründung	C1	C2	C3	Add-on
UAS ID	Vier mögliche Werte (um die Kompatibilität mit ASTM F3411-19 sicherzustellen): 1. Seriennummer → Siehe Ref. September 2019, Ausgabe von ANSI/CTA-2063-A Format der Seriennummer. 2. UA-Registrierungs-ID → Wahrscheinlich von der nationalen CAA oder einem autorisierten Vertreter vergeben. 3. UTM (UUID) → Eine ID, die von einer UTM-Behörde vergeben wird und als „Sitzungs-ID“ fungiert, um Datenlecks bei vertraulichen Informationen zu vermeiden. 4. Spezifische Sitzungs-ID → Eine eindeutige 20-Byte-ID, die dazu dient, einen spezifischen Flug (Sitzung) zu identifizieren und dem Betreiber gleichzeitig mehr Privatsphäre zu ermöglichen. Das erste Byte ist der universal eindeutige spezifische Sitzungs-ID-Typ, der von einer externen Registrierungsbehörde verwaltet wird, und die verbleibenden 19 Bytes sind die Sitzungs-ID nach Spezifikation des spezifischen Sitzungs-ID-Typs. Optional sollten die Registereinträge des ursprünglichen Programms Folgendes umfassen (um die Kompatibilität mit ASTM F3411-19 sicherzustellen): 0 – reserviert 1 – Entitäten-ID des Drone Remote Identification Protocol (DRIP) der Internet Engineering Task Force (IETF) 2 – IEEE 1609.2-2016™ HashedID8	V O O O	V O O O	V O O O	V O O O
UAS-ID-Typ	Vier mögliche Werte (um die Kompatibilität mit ASTM F3411-19 sicherzustellen): 1. Seriennummer; 2. Registrierungs-ID oder 3. UTM UUID; 4. spezifische Sitzungs-ID.	V O O O	V O O O	V O O O	V O O O
UA-Typ	Siehe Tabelle 4 für Werte.	O	O	O	O
Klassifizierungstyp	Legt den Datentyp der Felder für die UA-Kategorie und die UA-Klasse fest	E	E	E	E

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Datenfeld	Beschreibung/Begründung	C1	C2	C3	Add-on
UA-Kategorie	Die Kategorie des UAS-Betriebs, wie in der Durchführungsverordnung (EU) 2019/947 beschrieben	E	E	E	E
UA-Klasse	Die Klasse des UA wie in der Delegierten Verordnung (EU) 2019/945 definiert	E	E	E	E
Zeitstempel	Die für die Ermittlung der Positionsinformationen relevante UTC-Zeit mit einer Mindestauflösung von einer Zehntelsekunde. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 0xFFFF kodiert.	V	V	V	V
Genauigkeit des Zeitstempels	Die Genauigkeit des Zeitstempels ist auf 1/10 s festgelegt. Es handelt sich um die größte Abweichung zwischen dem Zeitstempel und der tatsächlichen Erfassungszeit folgender Parameter: Breitengrad, Längengrad, geodätische Höhe, Druckhöhe und Höhe.	O	O	O	O
Betriebsstatus	Gibt den Betriebsstatus des UAs, einschließlich des UAS-Notfallstatus, an. Gilt nicht für das Add-on. Siehe Tabelle 4 für Werte.	V	V	V	N/A
Betreiber-ID	Siehe 4.4 „Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers“.	V	V	V	V
Breitengrad	Reicht von -90° bis $+90^{\circ}$. Derzeitiger Breitengrad (innerhalb der horizontalen Genauigkeitsgrenzen) des UAs. Die Mindestauflösung liegt bei 7 Dezimalziffern (~ 11 mm). Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden sowohl bei Breitengrad als auch bei Längengrad mit 0 Grad kodiert.	V	V	V	V
Längengrad	Reicht von -180° (ausgeschlossen) bis $+180^{\circ}$ (eingeschlossen). Derzeitiger Längengrad (innerhalb der horizontalen Genauigkeitsgrenzen) des UAs. Dies ist zur Anzeige des UA-Standortes erforderlich. Mindestauflösung: 7 Dezimalziffern (~ 11 mm). Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden sowohl bei Breitengrad als auch bei Längengrad mit 0 Grad kodiert.	V	V	V	V
Geodätische Höhe	Der Abstand des Luftfahrzeugs über oder unter der Ellipsoid, wie entlang der Linie durch das Luftfahrzeug gemessen und die der üblichen Oberfläche des WGS-84-Ellipsoid entspricht. Dieser Wert wird in Metern mit einer Mindestauflösung von 1 m angegeben. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit $-1\,000$ m kodiert.	O	O	O	O
Druckhöhe	Ist die Höhe über einer Standard-Bezugsebene für Luftdruck (typischerweise 101,325 kPa). Dieser Wert wird in Metern mit einer Mindestauflösung von 1 m angegeben. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit $-1\,000$ m kodiert.	O	O	O	O
Höhe	Vertikaler Abstand einer UA-Position über einem Abflugort oder Höhe über der Oberfläche (AGL). Dieser Wert wird in Metern mit einer Mindestauflösung von 1 m angegeben. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit $-1\,000$ m kodiert.	V	V	V	V
Höhentyp	Höhe über dem Abflugort oder Höhe über der Oberfläche (AGL).	V	V	V	V
Geodätische vertikale Genauigkeit	Siehe Tabelle 4 für Werte. Dieses Feld gibt die Qualität/Eingrenzung der geodätischen Höhe an. Sie ergibt sich aus der geodätischen vertikalen Genauigkeit (GVA) der ADS-B.	O	O	O	O
Horizontale Genauigkeit	Siehe Tabelle 4 für Werte. Dieses Feld gibt die Qualität/Eingrenzung der horizontalen Position an. Sie ergibt sich aus dem ADS-B NACp.	O	O	O	O

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Datenfeld	Beschreibung/Begründung	C1	C2	C3	Add-on
Geschwindigkeitsgenauigkeit	Siehe Tabelle 4 für Werte. Dieses Feld gibt die Qualität/Eingrenzung der horizontalen Grundgeschwindigkeit an.	0	0	0	0
Kursrichtung	Die Flugrichtung des UA mit Verweis auf den Winkel der Bahn über dem Boden auf Grundlage des geographischen Nordens. Sie wird in Grad im Uhrzeigersinn gemessen und hat eine Mindestauflösung von 1 Grad. Falls sich das Luftfahrzeug nicht horizontal bewegt, den Wert „unbekannt“ verwenden. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 361 Grad kodiert.	V	V	V	V
Geschwindigkeit	Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund. Dieser Wert wird in Metern je Sekunde mit einer Mindestauflösung von 0,25 m/s angegeben. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 255 m/s kodiert. Falls die Geschwindigkeit 254,25 m/s oder mehr beträgt, ist der Codewert 254,25 m/s.	V	V	V	V
Vertikale Geschwindigkeit	Die vertikale Geschwindigkeit nach oben in Bezug auf den GTRF-Wert; sie wird in Metern je Sekunde gemessen. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 63 m/s kodiert. Falls die Geschwindigkeit 62 m/s oder mehr beträgt, ist der Codewert 62 m/s. Falls die Geschwindigkeit –62 m/s oder weniger beträgt, ist der Codewert –62 m/s.	0	0	0	0
Breitengrad des Fernpiloten	Enthält Informationen zur Breitengradposition des Fernpiloten oder, sofern nicht verfügbar, zur Breitengradposition des Abflugs. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden sowohl bei Breitengrad als auch bei Längengrad mit 0 Grad kodiert.	V	V	V	V
Längengrad des Fernpiloten	Enthält Informationen zur Längengradposition des Fernpiloten oder, sofern nicht verfügbar, zur Längengradposition des Abflugs. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden sowohl bei Breitengrad als auch bei Längengrad mit 0 Grad kodiert.	V	V	V	V
Geodätische Höhe des Fernpiloten	Der Abstand des Fernpiloten über oder unter dem Ellipsoid, wie entlang der Linie durch das Luftfahrzeug gemessen und die der üblichen Oberfläche des WGS-84-Ellipsoid entspricht. Dieser Wert wird in Metern mit einer Mindestauflösung von 1 m angegeben. Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit –1 000 m kodiert.	0	0	0	0
Standorttyp des Fernpiloten	Gibt an, ob der Standort des Fernpiloten nach Abflugort, einem festen Standort oder einem dynamischen Standort angezeigt wird.	V	V	V	V
Radius des Betriebsbereichs	Dieser Wert zeigt den größten horizontalen Abstand zwischen dem gemeldeten Standort und sämtlichen UA-Positionen in einer Gruppe, in Metern. Er bezeichnet zudem einen Bereich, in dem der Betrieb eines nicht-ausgerüsteten UAS-Teilnehmers geplant ist oder stattfindet. Der Standard ist 0.	0	0	0	0
Anzahl im Betriebsbereich	Bezeichnet die Menge in einer Gruppe. Sie gibt Auskunft darüber, ob es sich um ein einzelnes UA, eine Gruppe, eine Formation oder einen Schwarm handelt. Ihr Standardwert ist 1.	0	0	0	0
Boden des Betriebsbereichs	Informiert über die für eine Gruppe oder einen nicht-ausgerüsteten UAS-Teilnehmer relevante Mindesthöhe (GTRF-Höhe über dem Ellipsoid). Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit –1 000 m kodiert.	0	0	0	0

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Datenfeld	Beschreibung/Begründung	C1	C2	C3	Add-on
Decke des Betriebsbereichs	Informiert über die für eine Gruppe oder einen nicht-ausgerüsteten UAS-Teilnehmer relevante Maximalhöhe (GTRF-Höhe über dem Ellipsoid). Spezielle Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit –1 000 m kodiert.	0	0	0	0
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .					

Tabelle 4 — Definitionen der Aufzählungsfelder

Feldtyp	Beschreibung	Anmerkungen
UA-Typ	0: Keiner oder nicht angegeben 1: Flugzeug oder Starrflügler 2: Helikopter oder Multicopter 3: Tragschrauber 4: Hybridluftschiff (Starrflügler mit der Fähigkeit zu Senkrechtstart und -landung) 5: Ornithopter 6: Segelflugzeug 7: Drachen 8: Freiballon 9: Fesselballon 10: Luftschiff (Prallluftschiff) 11: Fallschirm (ohne Antrieb) 12: Rakete 13: Angebundenes angetriebenes Luftfahrzeug 14: Bodenhindernis 15: Andere	Bis zu 16 Typen Die Werte stammen aus der UA-Typenliste der ICAO.
Betriebsstatus	0: Nicht angegeben 1: Boden 2: In der Luft 3: Notfall 4–15: Reserviert	Bis zu 16 mögliche Status. Der Betriebsstatus des UAs muss auf „Notfall“ (3) gesetzt werden, wenn es zu einem teilweisen oder vollständigen Verlust der Kontrolle über die Flugbahn kommt. Dies darf in den folgenden Fällen passieren: — niedriger Batterieladestand; — Verlust der C2-Verbindung; — Verlust der GNSS-Verbindung.

Tabelle 4 (fortgesetzt)

Feldtyp	Beschreibung	Anmerkungen
Horizontale Genauigkeit	0: $\geq 18,52$ km (10 sm) oder „unbekannt“ 1: $< 18,52$ km (10 sm) 2: $< 7,408$ km (4 sm) 3: $< 3,704$ km (2 sm) 4: $< 1,852$ m (1 sm) 5: < 926 m (0,5 sm) 6: $< 555,6$ m (0,3 sm) 7: $< 185,2$ m (0,1 sm) 8: $< 92,6$ m (0,05 sm) 9: < 30 m 10: < 10 m 11: < 3 m 12: < 1 m 13–15: Reserviert	
Geodätische vertikale Genauigkeit	0: ≥ 150 m oder „unbekannt“ 1: < 150 m 2: < 45 m 3: < 25 m 4: < 10 m 5: < 3 m 6: < 1 m 7–15: Reserviert	
Geschwindigkeitsgenauigkeit	0: ≥ 10 m/s oder „unbekannt“ 1: < 10 m/s 2: < 3 m/s 3: < 1 m/s 4: $< 0,3$ m/s 5–15: Reserviert	
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .		

5.2 DRI-Meldungen

5.2.1 Meldungs-Header

Der Meldungs-Header enthält den Meldungstyp und die Protokollversion und muss mit jeder Meldung übermittelt werden.

Tabelle 5 — Einzelheiten des Meldungs-Headers

Header		Meldung (24 Bytes)
Meldungstyp (4 bits) Bits [7..4]	Protokollversion (4 bits) Bits [3..0]	Hängt vom Meldungstyp ab
0x0–0xF	0x1 (0xF ist für den Privatgebrauch reserviert)	Hängt vom Meldungstyp ab
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .		

5.2.2 Blockmeldung

Die Blockmeldungen werden in Pakete eingebettet, die innerhalb von Wi-Fi- oder Bluetooth Beacon-Sendekanälen ausgestrahlt werden; jede Meldung ist hinsichtlich Typ, Name und Zweck strukturiert.

Tabelle 6 — Zusammenstellung der Blockmeldung zur direkten Fernidentifizierung

Meldungs- typ	Meldungs- name	Zweck	C1	C2	C3	Add-on
0x0	Basis-ID-Meldung	Enthält ID-Informationen zum UA, die den ID-Typ und den UA-Typ umfassen.	V	V	V	V
0x1	Standort-/ Vektormel- dung	Enthält Informationen zum UA-Standort, Längengrad, Breitengrad, Höhe, Kursrichtung, Geschwindigkeit und Zeitstempel.	V	V	V	V
0x2	Reserviert	Reserviert				
0x3	Self-ID-Meldung	Ermöglicht es dem Betreiber, eigenen Text einzufügen, um den Zweck der Mission oder jegliche andere informative Meldung anzugeben.	O	O	O	O
0x4	Systemmel- dung	Enthält Information zum Standort des Fernpiloten und einer Gruppe von mehreren Luftfahrzeugen (sofern vorhanden). Kann außerdem zusätzliche Systeminformationen enthalten.	V	V	V	V
0x5	Betreiber-ID-Meldung	Enthält Informationen zur Betreiber-ID = Registrierungsnummer des UAS-Betreibers	V	V	V	V
0xF	Meldungspa- ket	Ermöglicht die Zusammenfassung mehrerer Meldungen in einer einzigen Meldung. Wird mit Bluetooth Extended Advertising, Wi-Fi Neighbour Awareness Network und Wi-Fi-Beacon verwendet.	V	V	V	V

Jede Meldung muss eine Länge von 25 Bytes haben (nach Bedarf mit Nullen aufgefüllt).

Jede Meldung muss mit einem 1-Byte-Header beginnen, gefolgt von 24 Bytes Daten, die wie in Tabelle 5 beschrieben und entsprechend den nachfolgend beschriebenen Meldungstypen kodiert sein müssen.

Werte, die keine Größe angeben, Zeichenfolgen oder IDs, die numerisch sein können (wie etwa die eindeutige ID), müssen in Netzwerk-Byte-Reihenfolge, Leserichtung von links nach rechts, angegeben werden, in der Reihenfolge vom höchstwertigen Byte (MSB) zum niedrigstwertigen Byte (LSB).

Parameterwerte, die als 16-Bit- oder 32-Bit-Integer angegeben werden (wie Breitengrad, Längengrad, Höhe usw.), müssen im Format „Little Endian“ (in den nachfolgenden Tabellen mit dem Akronym „LE“ angegeben) ausgedrückt werden, d. h., das LSB befindet sich links und das MSB rechts.

Das Senden einer optionalen Nachricht ist nicht erforderlich, sofern diese nicht angefordert wird. Optionale Felder innerhalb einer gesendeten Meldung (siehe Datenkatalog) müssen dem jeweiligen Blockmeldungsformat entsprechend ausgefüllt werden; sollten die optionalen Felder abgewählt oder ihr Wert unbekannt sein, müssen sie für String-Werte mit Nullen (0s) oder für numerische Werte mit 0 ausgefüllt werden, sofern im Datenkatalog nichts anderes angegeben ist. Durch dieses Verfahren entspricht die Blockmeldung weiterhin den Felddefinitionen.

Bei ASCII-Strings muss der nicht belegte Teil des Felds mit Nullen aufgefüllt werden. Bei manchen Feldern in den nachfolgenden Datenstrukturen handelt es sich um Aufzählungswerte. Zur Kodierung dieser Aufzählungen muss Tabelle 4 verwendet werden.

Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung muss durch Prüfungen, wie in 6.2 „Generisches Prüfverfahren für die DRI“ festgelegt, nachgewiesen werden.

5.2.3 Basis-ID-Meldung

Die Basis-ID-Meldung hat folgenden Typ: Wert 0x0, statische Periodizität und ist verbindlich.

Die Basis-ID-Meldung umfasst den ID-Typ, UA-Typ und die eindeutige-ID. Diese eindeutige ID muss standardmäßig die Seriennummer des Herstellers des UAs/Add-ons enthalten. Die Basis-ID-Meldung kann aber alternativ auch zur Übertragung anderer UAS-IDs verwendet werden.

Sobald das UA zur Verfügung steht, muss die UAS-ID einer der folgenden entsprechen:

- 1) Seriennummer des Herstellers;
- 2) eine von einer Zivilluftfahrtbehörde (CAA) zugewiesene Registrierungs-ID für das UA, die wie im Datenkatalog beschrieben formatiert ist;
- 3) eine vom UTM zugewiesene ID, falls der Betrieb innerhalb eines UTM-Systems erfolgt (128-Bit UUID), binär kodiert, in Netzwerk-Byte-Reihenfolge;
- 4) spezifische Sitzungs-ID in Übereinstimmung mit einem extern festgelegten Registrierungsschema, die durch einen eindeutigen Schema-ID-Typ der Sitzungs-ID angezeigt wird. Das erste Byte der spezifischen Sitzungs-ID muss dem spezifischen Sitzungs-ID-Typ entsprechen (1–255), wobei 0 reserviert ist, 1–224 der registrierte Typ ist und 225–255 ausschließlich für den privaten, experimentellen Gebrauch verfügbar sind. Falls dieses Verfahren verwendet wird, muss die Registrierung des spezifischen Sitzungs-ID-Typs durch eine externe Registrierungsbehörde erfolgen. Die Verwendung des experimentellen Bereichs gilt nicht als diesem Dokument entsprechend, sie darf aber zu Prüf- und Experimentierzwecken erfolgen.

Falls sowohl die Registrierungs-ID der CAA als auch die Seriennummer des Herstellers zu übertragen sind, müssen zwei verschiedene Basis-ID-Meldungen nacheinander gesendet werden.

Tabelle 7 — Einzelheiten zur Basis-ID-Meldung

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Daten- feld	Beschreibung	Beschrei- bung	Beispiel	C1	C2	C3	Add- on
1	1	ID-Typ, UA-Typ	Bits [7..0] [0000] [0000] ID-Typ: Bits [7..4] 0: Keine 1: Seriennummer 2: Von der CAA zugewiesene Registrierungs-ID 3: Vom UTM zugewiesene UUID 4: Spezifische Sitzungs-ID UA-Typ: Bits [3..0] UA-Typ wie in Tabelle 4 festgelegt	Bis zu 16 ID- Typen Bis zu 16 UA- Typen		0 V 0 0 0	0 V 0 0 0	0 V 0 0 0	0 V 0 0 0
2	20	UAS ID	Enthält den dem ausgewählten ID-Typ entsprechenden ID-Wert. Aufgefüllt mit Null(en).	Max. 20 Bytes	CEE1 F 1230000 12345678	V	V	V	V
22	3	Reser- viert				0	0	0	0
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .									

5.2.4 Standort-/Vektormeldung

Die Standort-/Vektormeldung hat folgenden Typ: Wert 0x1, dynamische Periodizität und ist verbindlich.

Die Standort-/Vektormeldung wird zur Übertragung verbindlicher Informationen zum UA wie „Kursrichtung“, „Geschwindigkeit über Grund“, „Breitengrad“, „Längengrad“, „Höhe“ und „Zeitstempel“ verwendet. Die in der DRI-Meldung enthaltenen Datenfelder müssen die in Tabelle 3 festgelegten Anforderungen erfüllen. Um ein besseres Packen der Daten zu ermöglichen und genauere Werte zu liefern, sind mehrere Felder kodiert. Wenn dies angebracht ist, müssen die übertragenen Daten entsprechend Kodierungstabelle 9 kodiert werden.

Bei jedem Feld, das für ein Markierungsbit gesetzt werden muss, muss dieses Setzen auch in Übereinstimmung mit der Kodierungstabelle erfolgen.

Tabelle 8 — Einzelheiten zur Standort-/Vektormeldung

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
1	1	Betriebsstatus, Markierungen	Bits [7..0] [0000] [0000] Status: Bits [7..4] Markierungen Reserviert: Bit [3] Höhentyp: Bit[2] 0: Über Abflugort, 1: AGL Segment zu O/W-Richtung: Bit[1] 0: < 180, 1: ≥ 180 Geschwindigkeits-Multiplikator: Bit[0] 0: x 0,25; 1: x 0,75	Status: 16 Status möglich, siehe Tabelle 4 Der Geschwindigkeits-Multiplikator ermöglicht Geschwindigkeiten von bis zu 254,25 m/s. Code 1 verwenden, wenn die Geschwindigkeit 63,75 m/s übersteigt, und 63,75 hinzufügen		V	V	V	V
2	1	Kursrichtung	Richtung, ausgedrückt als Routenverlauf im Uhrzeigersinn vom geographischen Norden aus gemessen. Als 0-179 kodieren. Wenn das O/W-Richtungsbit gesetzt ist, sollte 180 zum Wert hinzugefügt werden.	0-359 Vorzeichenlose Ganzzahl (UInt, en: Unsigned Int)	10 mit O/W-Bit gesetzt = 190 Grad.	V	V	V	V
3	1	Geschwindigkeit	Geschwindigkeit des Luftfahrzeugs über Grund in m/s, entsprechend der nachfolgenden Kodierungstabelle kodiert	Bis zu 254,25 m/s UInt	20 (kod) = 5 m/s	V	V	V	V
4	1	Vertikale Geschwindigkeit	Vertikale Geschwindigkeit m/s (+ hoch, – runter) Multiplikator = 0,5	Spezielle Werte, die als „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ angezeigt werden, werden mit 63 m/s kodiert. Falls die Geschwindigkeit ≥ 62 m/s liegt, ist der Code 62 m/s Falls die Geschwindigkeit ≤ –62 m/s liegt, ist der Code –62 m/s	15(kod) = 7,5 m/s	0	0	0	0
5	4	Breitengrad	Breitengrad des UA Grad × 10 ⁷	Int mit Vorzeichen (LE). Siehe Tabelle 4	–11989298	V	V	V	V
9	4	Längengrad	Längengrad des UA Grad × 10 ⁷	Int mit Vorzeichen (LE). Siehe Tabelle 4	48123987	V	V	V	V

Tabelle 8 (fortgesetzt)

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
13	2	Druckhöhe	Druckhöhe (Ref. 101,325 kPa) (Höhe + 1 000 m)/0,5 (LE)	-1 000–31 767 m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	0	0	0	0
15	2	Geodätische Höhe	GTRF-HAE (Höhe über dem Ellipsoid) (Höhe + 1 000 m)/0,5	-1 000–31 767 m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	0	0	0	0
17	2	Höhe	Höhe über der Abflugstelle oder Höhe über der Oberfläche (AGL) (mit dem Höhentyp-Bit angeben). (Höhe + 1 000 m)/0,5	-1 000–31 767 m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	V	V	V	V
19	1	Horizontale/ vertikale Genauigkeit	Bits [7..0] [0 0 0 0] [0 0 0 0] Vertikal (geodätisch): Bits[7..4] Horizontal: Bits[3..0] Vertikal: Siehe Aufzählung für vertikale Genauigkeit Horizontal: Siehe Aufzählung für horizontale Genauigkeit	Siehe Definitionen der Aufzählungsfelder		0	0	0	0
20	1	Genauigkeit der Baro-Höhe/Genauigkeit der Geschwindigkeit	Bits [7..0] [0 0 0 0] [0 0 0 0] Baro-Höhe: Bits[7..4] Siehe Aufzählung für vertikale Genauigkeit Geschwindigkeit: Bits[3..0]	Baro: siehe Definitionen der Aufzählungsfelder Geschwindigkeit: siehe Definitionen der Aufzählungsfelder		0	0	0	0
21	2	Zeitstempel	Zeitpunkt der Anwendbarkeit, ausgedrückt in 1/10 s seit der letzten Stunde. (UTC).	0–36 000: 16 Bit UInt(LE)	3611 = 6 min, 1,1 s nach der letzten Stunde.	V	V	V	V
23	1	Reserviert/ Genauigkeit des Zeitstempels	Bits [7..0] [0 0 0 0] [0 0 0 0] Reserviert: Bits[7..4] Genauigkeit des Zeitstempels: Bits[3..0] (* in Stufen von 0,1 s)	Genauigkeit des Zeitstempels: 0,1 s - 1,5 s 0 = unbekannt		0	0	0	0
24	1	Reserviert				0	0	0	0
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .									

Die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Algorithmen werden für die Werte in Tabelle 8 verwendet:

Tabelle 9 — Kodier-/Dekodiertabelle

Richtung	Wenn Wert < 180 Kodierter Wert = Wert Richtungssegmentbit auf 0 setzen anderenfalls Kodierter Wert = Wert – 180 Richtungssegmentbit auf 1 setzen	Wenn Richtungssegmentbit = 0 Wert = kodierter Wert anderenfalls Wert = kodierter Wert + 180
Geschwindigkeit (UInt8)	Wenn (Wert ≤ 255 × 0,25) Kodierter Wert = Wert/0,25 Multiplikatormarkierung auf 0 setzen anderenfalls wenn (Wert > 255 × 0,25 und Wert < 254,25) Kodierter Wert = (Wert – (255 × 0,25))/0,75 Multiplikatormarkierung auf 1 setzen anderenfalls wenn (Wert ≥ 254,25 m/s) Kodierter Wert = 254 Multiplikatormarkierung auf 1 setzen *ANMERKUNG Der kodierte Wert muss auf die nächste ganze Zahl gerundet werden.	Wenn Multiplikatormarkierung = 0 Wert = kodierter Wert × 0,25 anderenfalls wenn Multiplikatormarkierung = 1 Wert = (kodierter Wert × 0,75) + (255 × 0,25) Begründung der Kodierung: Dies ermöglicht eine höhere Genauigkeit von 0,25 m/s für niedrigere Geschwindigkeiten und 0,75 m/s bei höheren Geschwindigkeiten. *ANMERKUNGEN Wenn der Wert mit 255 dekodiert wird, dann wird ein unbekannter Wert dargestellt. Wenn der Wert mit 254,25 dekodiert wird, dann beträgt die Geschwindigkeit mindestens 254,25.
Breiten- grad/Län- gengrad	(Int32) Kodierter Wert = Wert × 10⁷ Standard/Unbekannt: 0,0	(Doppelter) Wert = kodierter Wert/10⁷
Vertikale Geschwindig- keit	(Int8) Kodierter Wert = Wert/0,5	(Float) Wert = kodierter Wert × 0,5
Höhe	(UInt16) Kodierter Wert = (Wert + 1 000)/0,5 Unbekannt: –1 000, als 0 kodieren	(Float) Wert = (kodierter Wert × 0,5) – 1 000 Begründung der Kodierung: Entfernt nicht verwendeten Platz für negative Ganzzahlen und erhöht die Genauigkeit auf 1/2 m. Wenn der dekodierte Wert = –1 000, dann ist der tatsächliche Wert unbekannt.

Tabelle 9 (fortgesetzt)

Zeitstempel	(UInt16) Kodierter Wert = Zehntelsekunden seit der aktuellen Stunde	Wenn der kodierte Wert zum Zeitpunkt des Empfangs > Zehntelsekunden seit der aktuellen Stunde, dann Zehntel des Werts = Zehntelsekunden seit der vorherigen Stunde. anderenfalls Zehntel des Werts = Zehntelsekunden seit der aktuellen Stunde. Wert = aktuelles UTC-Datum/Uhrzeit + Zehntel des Werts Dies ist die „Zeit der Anwendbarkeit“.
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .		

5.2.5 Self-ID-Meldung

Der Typ der Self-ID-Meldung hat einen Wert von 0x3, statische Periodizität und ist optional.

Die Self-ID-Meldung wird optional gesendet, falls der Fernpilot seine Identität, den Zweck seines Fluges oder beides mitteilen möchte. Dies kann dazu dienen, eine von einer benachbarten Person oder der Öffentlichkeit empfundene Bedrohung abzuschwächen, wenn ein UA in einem unmittelbar angrenzenden Bereich betrieben wird.

Tabelle 10 — Einzelheiten zur Self-ID-Meldung

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
1	1	Beschreibungstyp	0: textliche Beschreibung 1–200: Reserviert 201–255: Zur privaten Nutzung verfügbar	0–255	0	0	0	0	0
2	23	Beschreibung	Dies ist ASCII-Text. Mögliche numerische Werte müssen als eine Folge von ASCII-Zeichen (aufgefüllt mit Nullen) dargestellt werden.	23 Bytes	DronesRus: Untersuchung	0	0	0	0
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .									

5.2.6 Systemmeldung

Der Typ der Systemmeldung hat einen Wert von 0x4, statische Periodizität und ist verbindlich.

Die Systemmeldung enthält den Standort des Fernpiloten (Breitengrad und Längengrad).

Einige weitere Daten, einschließlich Informationen zum Flugbereich, können optional als allgemeine Systeminformationen übertragen werden.

Falls die GCS über eine dynamische Standortquelle verfügt (z. B. GNSS), müssen die Felder zum Standort des Fernpiloten die aktuellen Standortinformationen der GCS, wie von der dynamischen Quelle erhalten, enthalten.

Falls die GCS keine dynamischen Standortdaten erhält, muss die Abflugstelle des Luftfahrzeugs als Feld mit dem Standort des Fernpiloten betrachtet werden. In diesem Fall muss die Mindest-Aktualisierungshäufigkeit, da dieser Wert im Allgemeinen nicht so variiert, wie der Standort eines UA variieren kann, der einer statischen Meldung entsprechen.

Falls eine Gruppe von Luftfahrzeugen dargestellt wird, können die Anzahl der Luftfahrzeuge, der Radius des Flugbereichs mit der Standort-/Vektormeldung zum Breitengrad/Längengrad als Zentrum sowie Decke und Boden der Gruppenmanöver mithilfe der Bereichsfelder in dieser Meldung angegeben werden.

Falls ein oder mehrere UAs nicht ausgerüstet sind, können die Bereichsfelder zur Angabe (über mit diesem Abschnitt übereinstimmende Broadcast-Nachrichten) eines Betriebsvolumens durch ein UA-externes Gerät (wie eine Bodenstation) mit der Standort-/Vektormeldung zum Breitengrad/Längengrad als Zentrum verwendet werden.

Falls der Wert eines oder mehrerer Felder unbekannt ist, muss dieses Feld wie im allgemeinen Datenkatalog festgelegt ausgefüllt werden.

Tabelle 11 — Einzelheiten zur Systemmeldung

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
1	1	Markierungen	Bits [7..0] [0 0 0 0 0 0 0 0] Reserviert: Bits [7..5] Klassifizierungstyp: Bits [4..2] 0 = Nicht angegeben 1 = EU 2-7 = Reserviert Quellentyp für Betreiberstandort/Höhe: Bits [1-0] 0 = Abflugstelle 1 = Live-GNSS 2 = Fester Standort			V	V	V	V
2	4	Breitengrad des Fernpiloten	Dies ist der Breitengrad des Fernpiloten oder, falls nicht verfügbar, der Breitengrad der Abflugstelle. Besondere Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 0 Grad kodiert (sowohl für Breitengrad als auch für Längengrad).	Int mit Vorzeichen Grad $\times 10^7$ (LE)	-11 989 298	V	V	V	V
6	4	Längengrad des Fernpiloten	Dies ist der Längengrad des Fernpiloten oder, falls nicht verfügbar, der Längengrad der Abflugstelle. Besondere Werte wie „ungültig“, „kein Wert“ oder „unbekannt“ werden mit 0 Grad kodiert (sowohl für Breitengrad als auch für Längengrad).	Int mit Vorzeichen Grad $\times 10^7$ (Genauigkeit 11 mm) (LE)	48 123 987	V	V	V	V
10	2	Anzahl im Bereich	Dies ist die Anzahl der Luftfahrzeuge in einem Bereich, einer Gruppe oder Formation. Der Standardwert ist 1.	Bis zu 65,000 (LE)		0	0	0	0
12	1	Bereichsradius	Dies ist der Radius eines zylindrischen Bereichs einer Gruppe oder Formation $\times 10$ m. Der Standardwert ist 0. Zentrum ist die Position der Standort-/Vektormeldung.	bis zu 2 5 km		0	0	0	0
13	2	Bereichsdecke	Decke von Gruppenmanövern GTRF-HAE (Höhe über dem Ellipsoid) (Höhe + 1 000 m)/0,5	-1 000-31 767 m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	0	0	0	0

Tabelle 11 (fortgesetzt)

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
15	2	Bereichsboden	Boden von Gruppenmanövern GTRF-HAE (Höhe über dem Ellipsoid) (Höhe + 1 000 m)/0,5	-1 000-31 767 m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	0	0	0	0
17	1	UA-Kategorie/ UA-Klasse	Bei Klassifizierungstyp 1 wie nachfolgend kodieren. Ansonsten auf Null setzen. Bits [7..0] [0000] [0000] Kategorie: Bits [7..4] 0: Nicht definiert 1: Offen 2: Spezifisch 3: Zertifiziert 4-15: Reserviert Klasse: Bits [3..0] 0: Nicht definiert 1: Klasse 0 2: Klasse 1 3: Klasse 2 4: Klasse 3 5: Klasse 4 6: Klasse 5 7: Klasse 6 8-15: Reserviert		Kategorie offen, Klasse 3, kodiert 0x14	E	E	E	E
18	2	Geodätische Höhe des Fernpiloten	GTRF-HAE (Höhe über dem Ellipsoid) (Höhe + 1 000 m)/0,5	-1 000 – 31 767m 16-Bit-UInt (LE)	2 021 (kod) = 10,5 m	0	0	0	0
20	5	Reserviert	Reserviert für zukünftige Nutzung			0	0	0	0

ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, *Standard specification for remote ID and tracking*.

Der Hersteller des Add-on-DRI-Geräts muss ein Verfahren zur Einstellung der UA-Klasse und optional zur Einstellung der UAS-Betriebskategorie, sofern diese Funktion implementiert ist, zur Verfügung stellen.

5.2.7 Betreiber-ID-Meldung

Die Betreiber-ID-Meldung hat folgenden Typ: Wert 0x5, statische Periodizität und ist verbindlich.

Die Betreiber-ID-Meldung enthält die von der CAA freigegebenen Informationen zur Betreiber-ID (Registrierungsnummer des UAS-Betreibers); die relevante Beschreibung ist im allgemeinen Datenkatalog zu finden und das Format wird unter 4.4, „Hochladen der Registrierungsnummer des UAS-Betreibers“ erklärt.

Tabelle 12 — Einzelheiten zur Betreiber-ID-Meldung

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
1	1	Betreiber-ID-Typ	0: Betreiber-ID 1–200: Reserviert 201–255: Zur privaten Nutzung verfügbar	0–255	0	V	V	V	V
2	20	Betreiber-ID	ASCII-Text. Mögliche numerische Werte müssen als eine Folge von ASCII-Zeichen (aufgefüllt mit Nullen) dargestellt werden.	Bis zu 20 Bytes	FIN87astrdge12k8	V	V	V	V
22	3	Reserviert	Reserviert		0	0	0	0	0
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .									

5.2.8 Meldungspaket

Die Meldungspaketmeldung hat folgenden Typ: Wert 0xF und dynamische Periodizität, falls die dynamische Meldung beinhaltet wird.

Das Meldungspaket bietet die Möglichkeit, eine große Nutzlast als einzelne Nachricht zu übertragen, die aus mehreren, im aktuellen Abschnitt spezifisch festgelegten Meldungen besteht. Diese Art der Meldungsübertragung ist nur mithilfe besonderer Technologie möglich, die eine größere Nutzlast unterstützt, wie etwa Wi-Fi und Bluetooth 5.

Bei der Verwendung des Meldungspakets müssen alle zu sendenden Meldungstypen in einem oder mehreren Meldungspaketen zusammen und, bei Meldungspaketen, die dynamische Daten enthalten, mindestens mit einer Periodizität, die der dynamischen Meldungsrate in Übereinstimmung mit 5.6 entspricht, gesendet werden.

Tabelle 13 — Einzelheiten zum Meldungspaket

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschränkungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add-on
1	1	Meldungsgröße	Die Größe einer einzelnen Meldung/Seite in einem Meldungspaket. Auf 0x19 (25) setzen.	0x19(25)	0x19 (25 Bytes)	V	V	V	V
2	1	Anzahl der Meldungen im Paket (N)	Dies ist die Anzahl der im Meldungspaket enthaltenen Meldungen/Seiten (N).	Bis zu 9	5	V	V	V	V

Tabelle 13 (fortgesetzt)

Offset (Byte)	Länge (Bytes)	Datenfeld	Beschreibung	Beschrän- kungen	Beispiel	C1	C2	C3	Add- on
3	N*25	Meldungen [hdr][msg][hdr][msg] [...]	Enthält die Serie der zusammengefassten Nachrichten in der Reihenfolge der Meldungsnummer. Jede hierin enthaltene Meldung beginnt mit einem Header, wie in Tabelle 6 beschrieben	Bis zu 225 Bytes		V	V	V	V
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .									

5.3 Broadcast-Transportprotokolle

5.3.1 Allgemeines

5.3.1.1 Einleitung

In dieser Spezifikation sind mehrere Möglichkeiten zum Übertragen von Meldungen zur direkten Fernidentifizierung aufgeführt.

Wi-Fi NAN (siehe 5.3.4.1), Wi-Fi Beacon und Bluetooth 5 Advertising mit Long Range Mode werden in dieser Spezifikation empfohlen. Bluetooth 4 Legacy Advertising wird als mögliche Alternative betrachtet.

Die Übertragung erfolgt über Wi-Fi- oder Bluetooth-Funk, um verbindungslose Broadcast-Rahmen/Advertisements, die entweder mit Wi-Fi NAN, Wi-Fi Beacon oder Bluetooth 5.x-Empfängern kompatibel sind, zu senden. (Bluetooth 4.x nur optional).

Um diesem Dokument zu entsprechen, muss nur eine der Übertragungsmethoden implementiert werden. Es ist erlaubt, zur gleichzeitigen Ausstrahlung mehrere Methoden zu implementieren.

Zur Unterscheidung zwischen Bluetooth 4.x und 5.x, wird das Bluetooth 4.x Advertising-Verfahren als „Legacy Advertising“ bezeichnet. Für Bluetooth 5.x wird die Extended Advertising-Funktion zusammen mit der Long-Range-Funktion verwendet. Letztere wird typischerweise als Long Range Advertising bezeichnet und muss nach dieser Spezifikation so ausgelegt werden, dass sie ebenso die Verwendung der Funktion Extended Advertising umfasst.

5.3.1.2 Meldungszähler

Bei jedem der Übertragungstypen befindet sich ein Meldungszählerfeld im Header der Übertragungsdaten.

Nachdem jeder Rahmen des Meldungstyps aktualisiert wurde, muss der Meldungszähler (für diesen Meldungstyp) hochzählen und, nachdem 0xFF erreicht wurde, auf 0 zurückgesetzt werden. Daher verfügt jeder Meldungstyp (wie in Tabelle 6 festgelegt) über einen separaten Zähler. Für Meldungspakete (Meldungstyp 0xF) gibt es nur einen Zähler, der immer dann aktualisiert wird, wenn Daten innerhalb des Meldungspakets aktualisiert werden. Falls sich die übertragenen Daten nicht geändert haben, ist das Hochzählen des Meldungszählers optional. Falls eine Meldung mehrere Seiten umfasst (wie etwa eine Authentifizierungsmeldung mit mehreren Seiten), muss der Meldungszähler für jede Seite der Seitengruppe den gleichen Wert anzeigen.

5.3.2 Transportmechanismus von Bluetooth Legacy Advertising (4.x-kompatibel)

5.3.2.1 Allgemeines

Das Bluetooth 4.x LE (Low Energy) Advertising-Verfahren ist seit geraumer Zeit verfügbar und die meisten Mobilgeräte unterstützen den Empfang und die Auswertung der Advertising-Signale. Die Advertising-Signale werden traditionellerweise von Sendern (z. B. einem Paar Kopfhörer) dazu verwendet, mögliche Empfänger auf sich aufmerksam zu machen, und liefern eine Methode zur Initialisierung der Paarungssequenz zwischen Sender und Empfänger. Bei dieser Spezifikation für die direkte Fernidentifizierung ist die Verwendung des Paarungsmechanismus jedoch nicht erforderlich. Alle erforderlichen Daten, die von der Drohne an den Empfänger übertragen werden müssen, sind in den Advertising-Rahmen enthalten.

Im nachfolgenden Bild 5 wird das sowohl von Bluetooth als auch Wi-Fi verwendete Frequenzspektrum gezeigt. Es ist zu beobachten, dass Wi-Fi-Sender typischerweise die Wi-Fi-Kanäle 1, Bild 6 und Bild 11 verwenden. Bluetooth 4.x verwendet zur Übertragung von Legacy-Advertisement-Rahmen die Bluetooth-Kanäle 37, 38 und 39. Dieses Übereinkommen minimiert die Interferenzen zwischen Wi-Fi und Bluetooth.

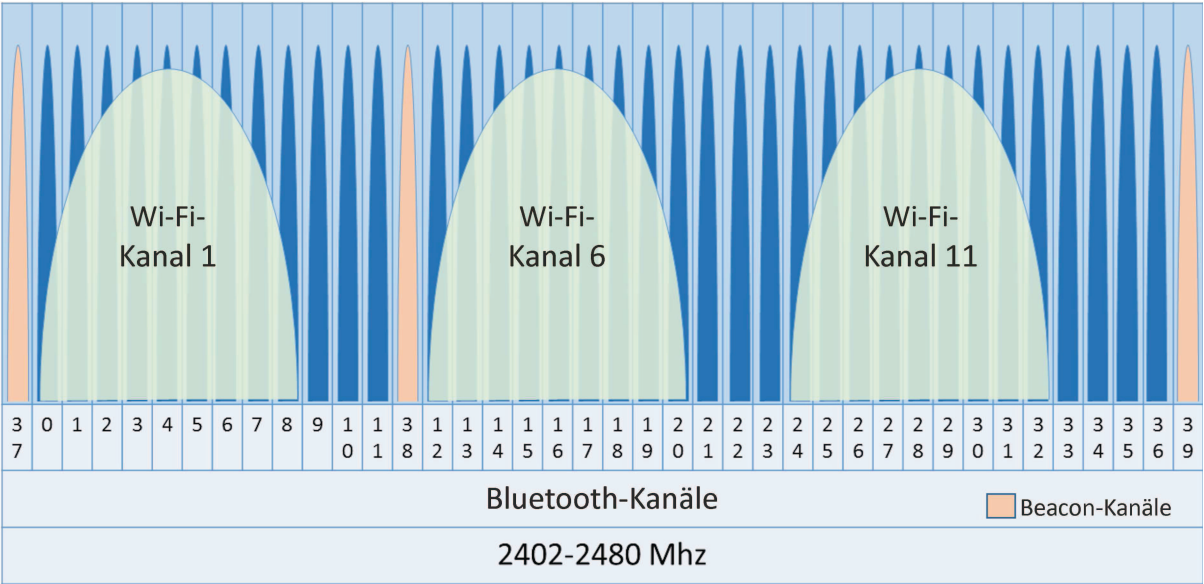


Bild 5 — Bluetooth-Kanäle

5.3.2.2 Beacon-Meldungen

Der Bluetooth-Standard legt das Format der Advertisement-Rahmen fest und ermöglicht eine variable Datenlänge von bis zu 31 Bytes. Nach Abzug der erforderlichen Header-Bytes stehen insgesamt 25 Bytes für die Übertragung von Daten zur Fernidentifizierung zur Verfügung.

Die vom Sender generierten Advertisement-Rahmen müssen unkodiert sein und der Kernspezifikation von Bluetooth 5.0, Version 6, Teil B, Abschnitte 2.1 und 2.3.1 entsprechen.

5.3.2.3 Einzelheiten zu Rahmen

Legacy-Advertisement-Rahmen müssen wie nachfolgend in Bild 6 und Tabelle 14 gezeigt kodiert sein:

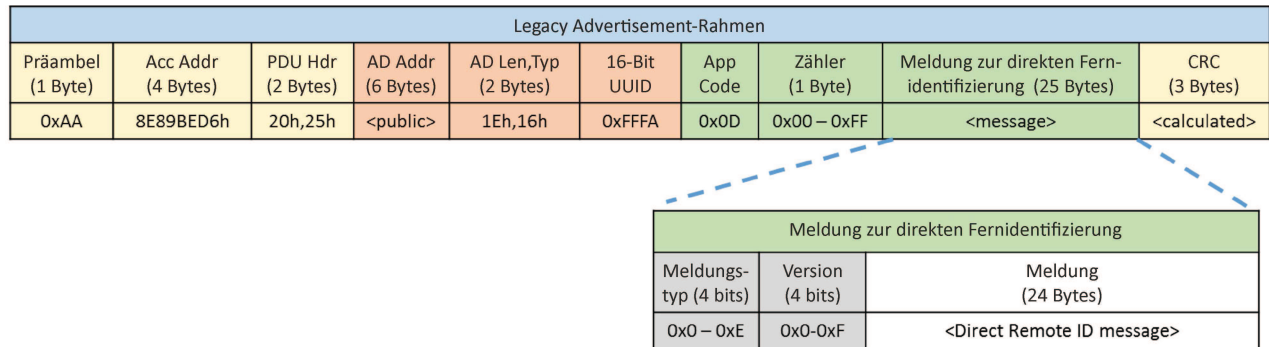


Bild 6 — Legacy-Advertisement-Rahmen

Tabelle 14 — Einzelheiten zu Legacy-Advertisement-Rahmen

Feld	Größe (Bytes)	Wert	Inhalte		
Präambel	1	0xAA	LE 1M-Paket		
Acc-Adresse	6	0x8E89BED6	Broadcast-Paket		
PDU Hdr	2	0x2025	PDU-Typ	0x2	ADV_NONCONN_IND – Verbindungsloses Advertisement
			RFU	0	Reserviert
			ChSel	0	Reserviert
			TxAdd	0	Zeigt an, dass es sich bei der AD-Adresse um eine HW-Adresse (und nicht um eine zufällige) handelt
			RxAdd	0	Reserviert
			Len	0x25	37 Bytes
AD Addr.	6	0XXXXXXX	Eindeutige Hardware-Adresse von Bluetooth MAC		
AD Info	4	1Eh,16h, 0xFFFA	Länge	0x1E	30 Bytes (ohne dieses Feld)
			Typ	0x16	Service-Daten ^a
			Mfg-Code	0xFFFA	(Little Endian (FA, FF)) ^b
AD App.	1	0x0D	Anwendungscode: 0x0D ^c = direkte Fernidentifizierung		
Meldungs-zähler	1	0x00-0xFF	Ein Meldungs-zähler, wie unter 5.3.1.2 festgelegt		
DRI Msg	25	< 25 Bytes >	Meldung zur direkten Fernidentifizierung		
CRC	3	<berechnet>	CRC-Fehlerkorrekturdaten wie in der Kernspezifikation von Bluetooth 5.0, Version 6, Teil B, Abschnitt 3.1.1 festgelegt		
ANMERKUNG Angepasst aus und in Übereinstimmung mit ASTM F3411-19, <i>Standard specification for remote ID and tracking</i> .					
^a Bluetooth Generic Access Profile: https://www.bluetooth.com/specifications/assigned-numbers/generic-access-profile .					
^b Bluetooth 16-Bit UUIDs für SDOs: https://www.bluetooth.com/specifications/assigned-numbers/16-bit-uuids-for-sdos .					
^c Anwendungscode: 0x0D = Direkte Fernidentifizierung, um die Kompatibilität mit anderen Standards zu bewahren.					

5.3.3 Bluetooth Long Range Advertising-Mechanismus (5.x-kompatibel)

5.3.3.1 Allgemeines

Der Spezifikation von Bluetooth 5.0 wurden mehrere optionale Funktionen hinzugefügt². Hinsichtlich der Fernzugriffsidentifizierung sind Long Range (Low Energy Coded PHY) und Extended Advertising interessant.

Die Long-Range-Funktion fügt dem Signal Daten zur Vorwärtsfehlerkorrektur hinzu, wodurch die Reichweite, über die das übertragene Signal zuverlässig empfangen werden kann, zu Lasten der übertragbaren Datenmenge erweitert wird.

Extended Advertising ermöglicht mehr als 31 Bytes Advertisement-Daten, indem die zusätzlichen Daten auf Kanälen übertragen werden, die nicht für Advertisement ausgewiesen sind (d. h. es werden weitere Kanäle neben 37, 38 und 39 genutzt).

Die Long-Range-Advertisements müssen mit der gleichen Rate wie dynamische Daten, wie unter 5.6 festgelegt, übertragen werden.

Bei der Übertragung von Fernidentifizierungsdaten mit Bluetooth 5.x müssen Extended Advertising und vorwärts gerichtete Fehlerkorrektur unter Verwendung der Methode LE Coded PHY (S = 8) genutzt werden. Die Meldungen müssen mit der Kernspezifikation von Bluetooth 5.0, Version 6, Teil B, Abschnitt 2.2 (LE Coded PHY, S = 8) kompatibel sein.

5.3.3.2 Primäres Beacon-Paket

Durch Verwendung eines Zeigers in den primären Beacon-Daten ermöglicht Extended Advertising die Übertragung von Advertisements mit bis zu 255 Bytes auf „Nicht Beacon“-Kanälen. Der Zeiger in den primären Paketen gibt dem Empfänger an, aus welchem sekundären Kanal das sekundäre Paket ausgelesen werden soll. Der Zeiger im primären Paket muss auf allen drei Advertisement-Kanälen ausgestrahlt werden, wobei das sekundäre Paket auf den verbleibenden Kanälen übertragen wird. Dies ist in Bild 7 und Bild 8 dargestellt. Der Zeiger-Rahmen muss wie nachfolgend in Bild 9 und Tabelle 15 dargestellt kodiert sein.

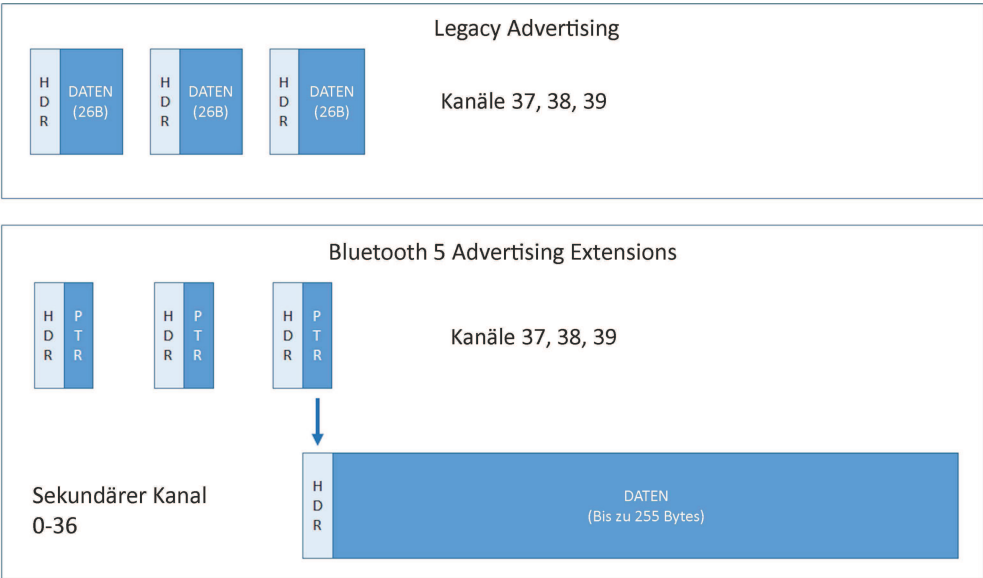


Bild 7 — Bluetooth Advertising

2 Weitere Informationen zu den technischen Merkmalen von Bluetooth 5.0 finden sich in Literaturhinweis [12].

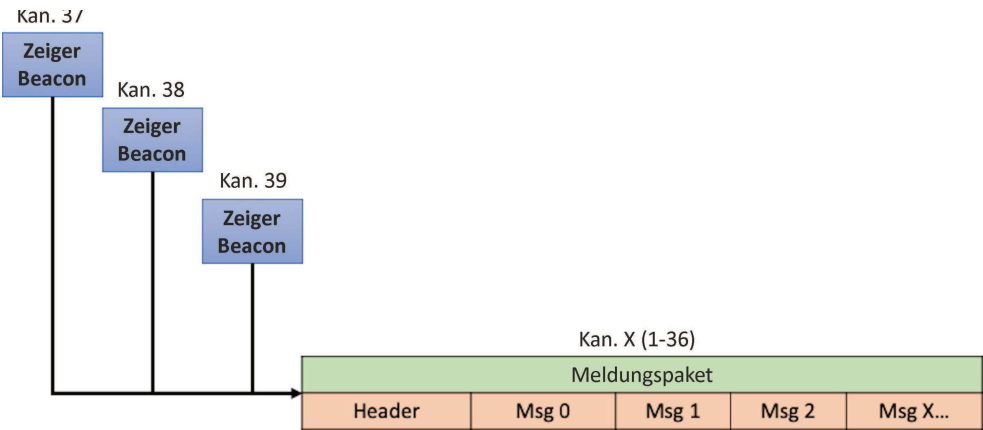


Bild 8 — Bluetooth Extended Advertisement

Bluetooth 5 Long Range Advertisement-Zeigerrahmen (LE-kodiert)										
Präambel (1 Byte) [Kodiert Phy]	Acc Addr (4 Bytes)	CI (2 Bits) [S=8]	TERM1 (3 Bits)	PDU Hdr (2 Bytes)	Ext Hdr Len (6 Bits)	Adv Mode (2 Bits) nicht scanbar indirekt	Ext Header (12 Bytes)	Adv Data	CRC (3 Bytes)	Term2 (3 Bits)
0x3C	0x8E89BED6	00b	<xxx>b	0x700D	0x30 (12,0)		<12 Bytes>	nicht zu- treffend	<calculated>	<xxx>b

Bild 9 — Primärer Paketrahmen von Bluetooth 5 Long Range Advertisement