

	DIN EN IEC 63203-801-2 (VDE 0750-35-801-2)	
	<p>Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</p>	
<div data-bbox="210 495 600 524" data-label="Text">ICS 31.080.99; 35.110; 59.080.80</div> <div data-bbox="1058 477 1372 506" data-label="Text">Einsprüche bis 2021-10-13</div> <div data-bbox="710 568 876 609" data-label="Text" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Entwurf </div> <div data-bbox="226 714 1356 911" data-label="Section-Header"> <p>Tragbare elektronische Geräte und Technologien – Teil 801-2: Intelligentes am Körper getragenes Netzwerk (SmartBAN) – Medium Access Control (MAC) von geringer Komplexität für SmartBAN (IEC 124/124/CD:2020); Text Deutsch und Englisch</p> </div> <div data-bbox="226 927 1005 1095" data-label="Text"> <p>Wearable electronic devices and technologies – Part 801-2: Smart Body Area Network (SmartBAN) – Low Complexity Medium Access Control (MAC) for SmartBAN (IEC 124/124/CD:2020); Text in German and English</p> </div> <div data-bbox="226 1140 617 1176" data-label="Section-Header"> <p>Anwendungswarnvermerk</p> </div> <div data-bbox="226 1191 1410 1247" data-label="Text"> <p>Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> </div> <div data-bbox="226 1254 1410 1310" data-label="Text"> <p>Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.</p> </div> <div data-bbox="226 1314 568 1346" data-label="Text"> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> </div> <div data-bbox="226 1348 1390 1597" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> - 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 dke@vde.com 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 die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. </div> <div data-bbox="226 1606 1410 1664" data-label="Text"> <p>Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> </div> <div data-bbox="1128 1850 1431 1883" data-label="Text"> <p>Gesamtumfang 73 Seiten</p> </div> <div data-bbox="322 1937 1351 1971" data-label="Text"> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p> </div>		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 124/124/CD:2020-12 „Wearable electronic devices and technologies – Part 801-2: Smart Body Area Network (SmartBAN) – Low Complexity Medium Access Control (MAC) for SmartBAN“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 124 „Wearable electronic devices and technologies“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 802 „Wearables“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	6
4 Abkürzungen.....	8
5 Allgemeine MAC-Struktur.....	9
5.1 Frequenzspektrum.....	10
5.2 Kanalformat (en: Channel Format).....	10
5.2.1 Format des Steuerungskanals (CCH).....	10
5.2.2 Format des Datenkanals (DCH).....	11
5.3 Nutzerprioritäten.....	13
5.4 Knoten-ID.....	14
5.5 Informationseinheiten.....	14
6 Rahmenformate.....	15
6.1 Allgemeines MAC-Rahmenformat (MAC General Frame Format).....	15
6.1.1 MAC-Header.....	15
6.1.2 MAC-Rahmenkörper (MAC Frame Body).....	18
6.1.3 Frame-Parität.....	19
6.2 Managementrahmen.....	19
6.2.1 Steuerungskanal-Beacon (C-Beacon).....	19
6.2.2 Datenkanal-Beacon (D-Beacon).....	21
6.2.3 Verbindungsanfrage (C-Req).....	23
6.2.4 Verbindungszuordnung (C-Ass).....	25
6.2.5 Zeitschlitz-Neuzuordnung (S-Ras).....	27
6.2.6 Trennungsanfrage (D-Req).....	27
6.2.7 Trennungsantwort (D-Res).....	27
6.3 Steuerungsrahmen (C-Frame).....	28
6.3.1 Rahmen für Quittierung/negative Quittierung (ACK/NACK).....	28
6.4 Datenrahmen (D-Frame).....	28
7 MAC-Funktionen.....	28
7.1 Allgemeines.....	28
7.2 SmartBAN-Bildung und Verbindungsaufbau.....	28
7.2.1 SmartBAN-Bildung.....	28
7.2.2 Verbindungsaufbau.....	29
7.3 Kanalzugang.....	29
7.3.1 Zeitlich geplanter Kanalzugriff.....	29
7.3.2 Synchronisierter ALOHA-Kanalzugriff (en: Slotted Aloha Channel Access).....	30
7.3.3 Mehrfach-Kanalzugriff (en: Multi-Use Channel Access).....	31

7.4	Zusätzliche Downlink-Datenübertragung.....	33
7.5	Zeitschlitz-Neuzuordnung.....	34
7.6	Datenkanal-Migration.....	35
8	MAC-Parameter.....	36
Anhang A: Mehrfach-Kanalzugriff (informativ).....		37

Bilder

Bild 1	– SmartBAN-Topologie.....	10
Bild 2	– Steuerungskanal.....	11
Bild 3	– Zugriffszeiten im Datenkanal.....	11
Bild 4	– Zeitschlitzstruktur für den geplanten Zugriff.....	12
Bild 5	– Steuerungs- und Management-Zeitschlitzstruktur.....	12
Bild 6	– Mehrfachzugriff-Zeitschlitzstruktur.....	13
Bild 7	– Struktur einer Informationseinheit.....	14
Bild 8	– Allgemeines MAC-Rahmenformat (MAC General Frame Format).....	15
Bild 9	– MAC-Header-Format.....	16
Bild 10	– Format der Rahmensteuerung (en: Frame Control Format).....	16
Bild 11	– Format des Steuerungskanal-Beacon-Rahmens.....	19
Bild 12	– Format des Datenkanal-Beacon-Rahmens.....	21
Bild 13	– Format des Verbindungsanfrage-Rahmens (Connection Request Frame Format).....	23
Bild 14	– Rahmenformat für die Verbindungszuordnung (Connection Assignment Frame Format).....	25
Bild 15	– Trennungsanfrage-Rahmenstruktur (Hub zum Knoten).....	28
Bild 16	– Verbindungsverfahren.....	29
Bild 17	– Zeitlich geplanter Kanalzugriff.....	29
Bild 18	– Darstellung der Downlink-Datenübertragung.....	34
Bild 19	– Darstellung der Zeitschlitz-Neuzuordnung.....	34
Bild 20	– Verfahren zur Neuzuteilung von Slots im geplanten Zeitraum.....	35
Bild 21	– Beispiel für die Datenkanal-Migration (von Nr. 1 zu Nr. 3).....	35
Bild 22	– Flussdiagramm des Mehrfach-Kanalzugriffs.....	37

Tabellen

Tabelle 1	– Frequenzband für die Nutzung durch industrielle, wissenschaftliche und medizinische (ISM, en: Industrial, Scientific and Medical) Einrichtungen (Betriebsmittel).....	6
Tabelle 2	– TMUA-Werte.....	13
Tabelle 3	– Liste der Nutzerprioritäten.....	14
Tabelle 4	– Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Benutzerprioritäten.....	14
Tabelle 5	– Knoten-ID-Tabelle.....	14
Tabelle 6	– Element-ID für verschiedene Transaktionen.....	15
Tabelle 7	– Rahmentyp- und Rahmen-Subtyp-Felder.....	16
Tabelle 8	– ID-Tabelle.....	18
Tabelle 9	– Kodierung des Felds für die Zeitschlitzlänge.....	20

— Entwurf —

E DIN EN IEC 63203-801-2 (VDE 0750-35-801-2):2021-09

Tabelle 10 – Bitwerte für das Tastgrad-Feld.....	20
Tabelle 11 – Mapping des PHY-Fähigkeitsfelds.....	24
Tabelle 12 – Informationsmodul-Feld für die Zuweisungsanfrage-Informationseinheit (Allocation Request Information Unit).....	25
Tabelle 13 – Informationsmodul-Feld für die Belegungs-Zuordnungs-Informationseinheit.....	26
Tabelle 14 – Informationsmodul-Feld für die Zeitschlitz-Neuzuordnungs-Informationseinheit.....	27

**Tragbare elektronische Geräte und Technologien – Teil 801-2:
Intelligentes am Körper getragenes Netzwerk (SmartBAN) – Medium
Access Control (MAC) von geringer Komplexität für SmartBAN**

1 Anwendungsbereich

Das vorliegende Dokument legt die Medienzugriffssteuerung (MAC, en: Medium Access Control) von geringer Komplexität für SmartBAN fest.

Das vorliegende Dokument gilt für die drahtlose Nahbereichskommunikation (Kurzstrecken-Funkkommunikation) zwischen tragbaren Sensorgeräten und dem Hub-Koordinator. Das vorliegende Dokument legt das MAC-Protokoll fest, das dafür ausgelegt ist, die gemeinsame Frequenznutzung mit anderen Geräten zu unterstützen

Die Spezifikation beschreibt:

- Kanalstruktur (Channel Structure);
- MAC-Rahmenformate (MAC Frame Formats);
- MAC-Funktionen.

Die Geräte sind im gesamten oder in einem Teil des in [Tabelle 1](#) angegebenen Frequenzbandes in betriebsfähig.

Tabelle 1 – Frequenzband für die Nutzung durch industrielle, wissenschaftliche und medizinische (ISM, en: Industrial, Scientific and Medical) Einrichtungen (Betriebsmittel)

Übertragungsrichtung	Industriell, wissenschaftlich und medizinisch (ISM) genutztes Frequenzband
Senden/Empfangen	2,4 GHz bis 2,483 5 GHz

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).

- [1] ETSI TS 103.325, *Smart Body Area Networks (SmartBAN); Low Complexity Medium Access Control (MAC) for SmartBAN*, v1.1.1.

3 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:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

aktiver Zustand

ein interner Zustand des Energiemanagements (Leistungsmanagements) für die Bereitschaft zum Empfangen und Senden

aktive Periode

eine Periode innerhalb der Übernahmepériode (Superframe-Periode), in der Bereitschaft zum Empfangen und Senden eines Rahmen vorliegt

Zuweisung

ein oder mehrere Zeitintervalle, die ein Knoten oder Hub mit Hilfe eines Zugriffsverfahren erhält, um eine oder mehrere Rahmen-Transaktionen einzuleiten

Beacon

ein Rahmen, der durch einen Hub zum Unterstützen des Netzwerk-Managements übertragen wird, z. B. zur Koordination des Mediumzugriffs und Energiemanagements der Knoten in einem SmartBAN, und zum Erleichtern der Uhrensynchronisation innerhalb des Netzwerks

Beacon-Periode**Beacon-Intervall**

Dauer, während der ein Beacon übertragen wird

Verbindung

eine Verbindung zwischen einem Knoten und einem Hub in einem am körpergetragenen Netzwerk (BAN, en: body area network), konkretisiert durch eine Identifikation, die dem Knoten vom Hub zugewiesen wird, und durch Zugriffsregelung zwischen ihnen

Gerät**Einrichtung**

jede Einheit, die der SmartBAN-Mediumzugriffssteuerung und der physikalischen Schnittstelle zum Funkmedium entspricht

Downlink

eine Kommunikationsverbindung zum Übertragen von Managementinformationen und Datenverkehr von einem Hub zu einem Knoten

Rahmen**Frame**

eine ununterbrochene Folge von Oktetts (8-Bit-Bytes), die innerhalb eines Knotens oder Hubs von der Mediumzugriffssteuerungs-Teilschicht (MAC-Sublayer) an die physikalische Schicht (PHY) oder umgekehrt übergeben wird

Hub**Sternverteiler**

eine Einheit, die eine Knotenfunktionalität besitzt und die den Mediumzugriff und das Energiemanagement der Knoten im SmartBAN koordiniert

inaktive Dauer

Zeitspanne nach einer aktiven Übertragungssequenz, während der die Einrichtung (das Betriebsmittel) nicht sendet oder empfängt

Medizinprodukt

einzelnen oder miteinander verbunden verwendete Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Software, Stoffe oder andere Gegenstände einschließlich der vom Hersteller speziell zur Anwendung für diagnostische und/oder therapeutische Zwecke bestimmten und für ein einwandfreies Funktionieren des medizinischen Geräts eingesetzten Software, die vom Hersteller bestimmt sind zur Anwendung an Menschen zum Zwecke der:

- Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten,
- Erkennung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensierung von Verletzungen oder Beeinträchtigungen,
- Untersuchung, Ersatz oder Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs,
- Empfängnisregelung,

und deren bestimmungsgemäße Hauptwirkung im oder am menschlichen Körper weder durch pharmakologische oder immunologische Mittel noch metabolisch erreicht wird, deren Wirkungsweise aber durch vorgenannte Mittel unterstützt werden kann

Mehrfach-Kanalzugriffs-Betriebsart

Betriebsart, bei der die Zeitschlitzstruktur während der zeitlich geplanten Zugriffsperiode und der Steuerungs- und Managementperiode durch mehrere verschiedene Prioritäten auf Basis einer zeitlichen Reihenfolge zugänglich ist

Knoten

jede Einheit, die der SmartBAN-Mediumzugriffssteuerung und der physikalischen Schnittstelle zum Funkmedium entspricht

Betriebsfrequenz

Frequenz, bei der die Einrichtung (das Betriebsmittel) betrieben werden kann

vorrangiger Kanalzugriff

Zugriff höchster Priorität während des Mehrfach-Kanalzugriffs

Wiederverwendungs-Kanalzugriff (en: re-use channel access)

vorrangiger (priorisierter) Zugriff während des Mehrfach-Kanalzugriffs, der die erneute Nutzung von geplanten aber nicht genutzten Zeitschlitzern ermöglicht

zeitlich geplanter Zugriff (en: scheduled access)

ein oder mehrere geplante wiederkehrende Zeitintervalle, die ein Knoten oder Hub mit Hilfe eines Zugriffsverfahren erhält, um eine oder mehrere Rahmen-Transaktionen einzuleiten. Eine zeitlich geplante Zuweisung ist eine Uplink-Zuweisung, eine Downlink-Zuweisung, die für periodischen oder quasiperiodischen Datenverkehr mit niedrigem oder hohem Tastgrad nach einem festgelegtem Zeitplan geeignet ist

Sternnetz

eine logische Netzwerk-Aufteilung, die aus einem Hub und keinem oder mehreren Knoten besteht, deren Mediumzugriff und Energiemanagement vom Hub koordiniert wird

Uplink

eine Kommunikationsverbindung zum Übertragen von Management- und Datenverkehr von einem Knoten zu einem Hub

4 Abkürzungen

Für die Anwendung des vorliegenden Dokuments gelten [die Abkürzungen nach ... und] die folgenden Abkürzungen.

ACK	Quittierung (en: Acknowledgement)
BAN	am Körper getragenes Netzwerk (Body Area Network)
BC	Backoff-Zähler (en: Backoff Counter)
BE	Backoff-Exponent
C-Beacon	Steuerungskanal-Beacon (en: Control Channel Beacon)
C-Frame	Steuerungsrahmen (en: Control Frame)
C-Ass	Verbindungszuordnung (en: Connection Assignment)
C-Req	Verbindungsanfrage (en: Connection Request)
C/M	Steuerung und Management (Verwaltung)
CCH	Steuer(ungs)kanal (en: Control Channel)
CP	Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeit (en: Contention Probability)
D-Beacon	Datenkanal-Beacon
D-Frame	Datenrahmen (en: Data Frame)
D-Req	Trennungsanfrage (en: Disconnection Request)
D-Res	Trennungsantwort (en: Disconnection Response)
D/SR	Downlink-/Zeitschlitz-Neuzuordnung (Downlink/Slot Reassignment)
DCH	Datenkanal (en: Data Channel)
DL	Downlink
EUI-48	erweitertes 48-Bit-Identifikations-Adressformat (en: Extended Unique Identifier-48 bits)
FEC	Vorwärtsfehlerkorrektur

FCS	Rahmenprüffolge Frame-Prüffolge Blockprüfzeichenfolge (en: Frame Check Sequence)
IFS	zeitlicher Abstand (Wartezeit) zwischen zwei gesendeten Datenrahmen (en: Inter-Frame Spacing)
IM	Informationsmodul
ISM	industriell, wissenschaftlich und medizinisch (en: Industrial, Scientific and Medical)
IU	Informationseinheit (en: Information Unit)
MAC	Medienzugriffssteuerung (en: Medium Access Control)
MCA	Mehrfach-Kanalzugriff (en: Multi-Use Access)
MPDU	MAC-Protokolldateneinheit (en: MAC Protocol Data Unit)
NACK	negative Quittierung (en: Negative Acknowledgement)
NID	Knoten-ID (en: Node ID)
PBC	Prioritäts-Backoff-Zähler (en: Priority Backoff Counter)
PCA	vorrangiger Kanalzugriff (en: Priority Channel Access)
PHY	Physikalische Schicht (Bitübertragungsschicht)
RCA	Wiederverwendungs-Kanalzugriff (en: Re-use Channel Access)
REP	Kodierung der Wiederholung (en: Repetition Coding)
RT	erneute Übertragung Sendewiederholung (en: Re-transmission)
RTP	vorrangige Sendewiederholung (en: Priority Re-transmission)
Rx	Empfangen (von Daten)
S-Ras	Zeitschlitz-Neuzuordnung (en: Slot Reassignment)
SACA	synchronisierter ALOHA-Kanalzugriff (en: Slotted Aloha Channel Access)
Tx	Senden (von Daten)
UL	Uplink

5 Allgemeine MAC-Struktur

Dieser Abschnitt stellt eine einfache MAC-Rahmenstruktur für die Netzwerk-Knoten und -Hubs (-Verteiler) bereit.

Zwei verschiedene Arten von Geräten können im SmartBAN teilnehmen: medizinisches Sensorgerät (Knoten) und Koordinatorgerät (Hub). Ein Hub ist ein Gerät, das als ein SmartBAN-Koordinator fungiert. Ein Knoten ist ein Gerät, das als eine Informationsquelle oder -senke fungiert. Ein Hub und mindestens ein Knoten bilden ein SmartBAN.

Ein SmartBAN muss in einer Sterntopologie aufgebaut sein, die mindestens aus einem direkt mit dem Hub kommunizierenden Knoten besteht.

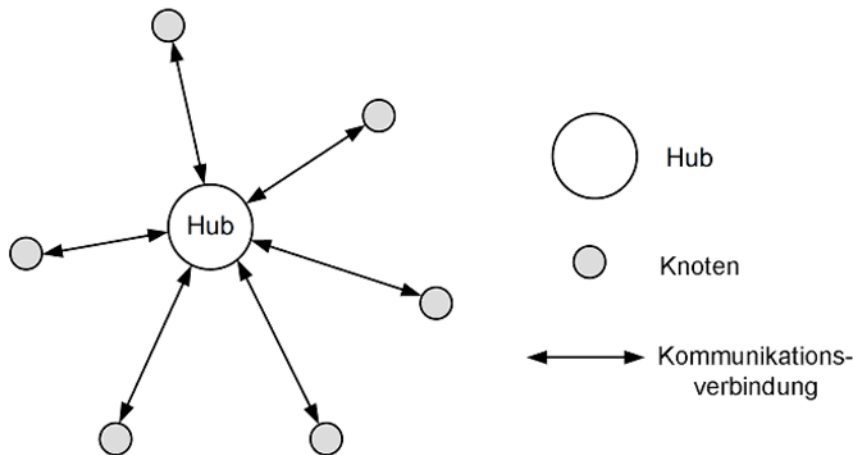


Bild 1 – SmartBAN-Topologie

Der Hub und die Knoten müssen mittels Kommunikationsmedien, bekannt als Kanäle, kommunizieren. Ein SmartBAN muss zwei verschiedene Kanaleinheiten nutzen, um die Kommunikation zwischen Hub und Knoten zu ermöglichen. Den Kanaleinheiten werden folgenden Bezeichnungen zugewiesen:

- Datenkanal (DCH);
- Steuerungskanal (CCH).

Jedes SmartBAN muss zu jeder Zeit einen Steuerungskanal (CCH) und einen Datenkanal (DCH) nutzen.

5.1 Frequenzspektrum

Die Betriebsfrequenz muss im Bereich von 2 401 MHz bis 2 481 MHz liegen. Die Kanäle müssen in Blöcken von 2 MHz mit Mittenfrequenzen nach Gleichung (1) aufgebaut sein:

$$f_c = 2402 + 2 \cdot n \text{ MHz, wobei } n \text{ gleich } 0 \text{ bis } 39 \text{ ist}$$

Die Kanäle werden in Daten- und Steuerungskanäle kategorisiert mit:

- 3 Steuerungskanälen, bei denen Steuerungsrahmen (in Form von Steuerungskanal-Beacon) vom Hub übertragen werden;
- 37 Datenkanälen, bei denen Daten-, Steuerungs- und Managementrahmen übertragen werden.

Die Liste der Kanäle kann in [n.1] eingesehen werden.

5.2 Kanalformat (en: Channel Format)

5.2.1 Format des Steuerungskanals (CCH)

Nur Hub-Geräte dürfen auf Steuerungskanälen übertragen. Ein Hub muss einen Steuerungskanal aus der Liste der Steuerungskanäle in [n.1, Tabelle 1] auswählen und alle T_c Sekunden einen Steuerungs-Beacon-Frame (C-Beacon) auf dem gewählten Steuerungskanal (CCH) übertragen. Das Format des C-Beacons ist in 6.1 aufgeführt.

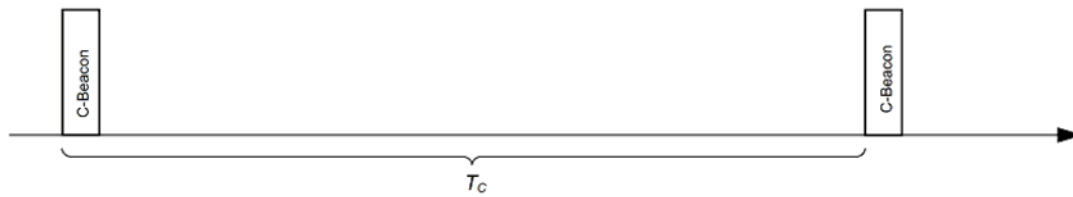


Bild 2 – Steuerungskanal

5.2.2 Format des Datenkanals (DCH)

Sowohl Hub- als auch Knoten-Geräte dürfen auf den Datenkanälen kommunizieren. Ein Hub muss einen Datenkanal aus der Liste der Datenkanäle in [n.1, Tabelle 1] auswählen, auf dem sowohl der Hub als auch die Knoten-Geräte im zugehörigen SmartBAN übertragen dürfen. Bei jedem SmartBAN ist der Datenkanal in Zeitintervalle von T_D Sekunden aufgeteilt, bekannt als Inter-Beacon-Intervall (zeitlicher Abstand zwischen zwei Beacon). Die Grenzen jedes Inter-Beacon-Intervalls müssen durch die Übertragung eines Datenkanal-Beacons (D-Beacon) gekennzeichnet werden. Ein Hub muss einen D-Beacon zu Beginn jedes Inter-Beacon-Intervalls übertragen.

Jedes Inter-Beacon-Intervall muss in L_D individuelle Zeiträume, bekannt als Zeitschlitz, gegliedert werden. Die Dauer jedes Zeitschlitzes ist T_S . Die Dauer jedes Inter-Beacon-Intervalls muss $L_D \cdot T_S$ Sekunden betragen. Jedes Gerät, das in einem Zeitschlitz überträgt, muss sicherstellen, dass die Übertragung innerhalb der Dauer dieses Zeitschlitzes erfolgt.

Jedes Inter-Beacon-Intervall muss aus vier individuellen Zeitabschnitten (Perioden) bestehen.

- Beacon-Periode, die aus einem einzigen Zeitschlitz besteht, in dem der D-Beacon-Rahmen vom Hub übertragen werden muss. Während dieser Periode dürfen keine Knoten übertragen;
- geplanter Zeitabschnitt (Scheduled Period), der aus N_S Zeitschlitzes besteht, in denen Übertragungen und Quittierungen erfolgen;
- Steuerungs- und Managementperiode (Control and Management Period), die aus N_{CM} Zeitschlitzes besteht, in denen unplanmäßiger Zugriff sowie Management- und Steuerungssignalgebung erfolgen;
- inaktive Periode, während der keine Übertragung erfolgt.

Die Zeitschlitzes müssen durch eine 10-Bit-Folge identifiziert werden, die die Position des Zeitschlitzes in einem Inter-Beacon-Intervall kennzeichnet. Die aus einem Zeitschlitz bestehende Beacon-Periode muss die Sequenznummer 0000000000 haben. Nachfolgende Zeitschlitzes müssen Sequenznummern haben, die sich entsprechend der Zahl der Zeitschlitzes nach der Beacon-Periode erhöht.

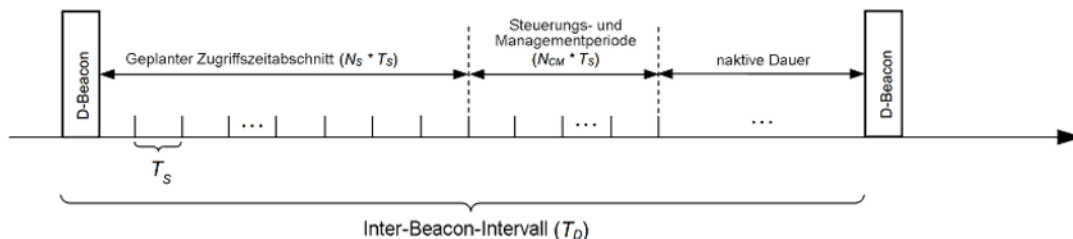


Bild 3 – Zugriffszeiten im Datenkanal

Der geplante Zugriffszeitabschnitt (Scheduled Access Period) muss an der Zeitschlitzgrenze unmittelbar nach dem Beacon beginnen. Der geplante Zugriffszeitabschnitt darf eine Länge von Null haben, in welchem Fall die Steuerungs- und Managementperiode unmittelbar nach der Beacon-Periode beginnen muss. Die Steuerungs- und Managementperiode (Control and Management Period) muss an der Zeitschlitzgrenze unmittelbar nach dem geplanten Zugriffszeitabschnitt beginnen. Die inaktive Periode muss an der Zeitschlitzgrenze unmittelbar nach der Steuerungs- und Managementperiode beginnen.

In den Zugriffsperioden können drei Arten von Kanalzugriffsmechanismen angewendet werden:

- geplanter Kanalzugriff im geplanten Zugriffszeitabschnitt;
- synchronisierter (slotted) ALOHA-Kanalzugriff in der Steuerungs- und Managementperiode;
- Mehrfach-Kanalzugriff im geplanten Zugriffszeitabschnitt sowie in der Steuerungs- und Managementperiode;

Der Hub muss alle drei Arten von Kanalzugriffsmechanismen unterstützen. Die Knoten müssen immer den geplanten Kanalzugriff und den synchronisierten ALOHA-Kanalzugriff unterstützen und dürfen zusätzlich den Mehrfach-Kanalzugriff unterstützen. Der Mehrfach-Kanalzugriff darf nur genutzt werden, wenn dieser von jedem Knoten im SmartBAN unterstützt wird. Jeder Kanalzugriffsmechanismus muss die jeweilige Zeitschlitzstruktur einhalten, wie im folgenden Unterabschnitt beschrieben.

5.2.2.1 Zeitschlitzstruktur für den geplanten Zugriff

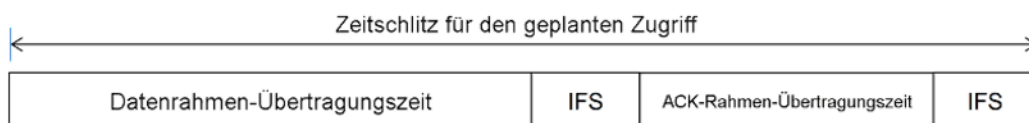


Bild 4 – Zeitschlitzstruktur für den geplanten Zugriff

Die Zeitschlitze für den geplanten Zugriff müssen die Struktur einhalten, wie in [Bild 4](#) dargestellt. Jegliche Zeitschlitze für den geplanten Zugriff, die vom Hub zugewiesen werden, müssen innerhalb des geplanten Zugriffszeitabschnittes liegen.

Der Zeitschlitz für den geplanten Zugriff muss aus zwei Übertragungszeitabschnitten bestehen:

- Datenrahmen-Übertragung: das Gerät, dem der Zeitschlitz zugewiesen wurde, muss übertragen;
- ACK-Rahmen-Übertragung: Wenn die in [6.1.1.1.2](#) definierte Bestätigungsregel (ACKPOLICY) des empfangenen Rahmens '0' und die Übertragung erfolgreich ist, muss das empfangende Gerät einen Quittierungsrahmen übertragen. Wenn die Bestätigungsregel '1' und die Übertragung nicht erfolgreich ist, muss das empfangende Gerät einen Negativquittierungsrahmen (NACK-Frame) übertragen. Der ACK-Rahmen-Übertragungszeitabschnitt muss 1 IFS nach Ende des Datenübertragungszeitabschnittes beginnen und mindestens 1 IFS vor dem Ende des Zeitschlitzes aufhören.

5.2.2.2 Steuerungs- und Management-Zeitschlitzstruktur



Bild 5 – Steuerungs- und Management-Zeitschlitzstruktur

Die Steuerungs- und Management-Zeitschlitze müssen die Struktur einhalten, wie in [Bild 5](#) dargestellt.

Der Steuerungs- und Management-Zeitschlitz muss aus zwei Übertragungszeitabschnitten bestehen:

- Daten-/Managementrahmen-Übertragung: jedes Gerät, das entweder Daten- oder Managementrahmen übertragen möchte, darf übertragen;
- ACK-Rahmen-Übertragung: Wenn die in [6.1.1.1.2](#) definierte Bestätigungsregel (ACKPOLICY) des empfangenen Rahmens '0' und die Übertragung erfolgreich ist, muss das empfangende Gerät einen Quittierungsrahmen übertragen. Wenn die Bestätigungsregel '1' und die Übertragung nicht erfolgreich ist, muss das empfangende Gerät einen Negativquittierungsrahmen (NACK-Frame) übertragen. Der ACK-Rahmen-Übertragungszeitabschnitt muss 1 IFS nach Ende des Datenübertragungszeitabschnittes beginnen und mindestens 1 IFS vor dem Ende des Zeitschlitzes aufhören.

5.2.2.3 Mehrfachzugriff-Zeitschlitzstruktur

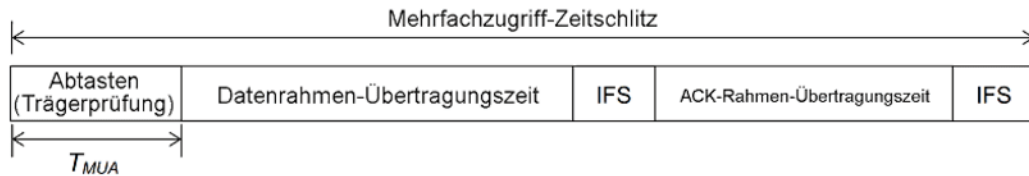


Bild 6 – Mehrfachzugriff-Zeitschlitzstruktur

Die Mehrfachzugriff-Zeitslitze müssen die Struktur einhalten, wie in Bild 6 dargestellt. Die Unterstützung des Mehrfachzugriff-Zeitschlitzes ist optional. Die Mehrfachzugriff-Zeitslitze sollten angewendet werden, wenn der Mehrfachzugriff in Betrieb ist.

Der Mehrfachzugriff-Zeitschlitz sollte aus einer Abhörphase (Abtastphase) und höchstens zwei Übertragungszeitabschnitten bestehen:

- Abtasten (Trägerprüfung): die Abtastzeit T_{MUA} sollte von der Verkehrsart abhängen. Die Werte von T_{MUA} sind in Tabelle 2 festgelegt, wobei T_{sch} die Mindestabtastzeit nach Abschnitt 8 ist. Jedes Gerät, das übertragen möchte, sollte den Kanal für eine Dauer von T_{MUA} abtasten. Wenn der Kanal belegt ist, sollte das Gerät auf die nächste Mehrfachzugriffszeit warten, bevor ein neuer Versuch unternommen wird. Wenn der Kanal ungenutzt ist, darf das Gerät die Datenübertragung beginnen;
- Datenrahmen-Übertragung: jedes Gerät, das den Kanal für die vorstehend beschriebene Abtastzeit geprüft hat, darf übertragen, wenn der Kanal als frei ermittelt wurde;
- Quittierungsphase: das empfangende Gerät darf in Abhängigkeit von der Quittierungsregel einen Quittierungsrahmen übertragen, wenn die Übertragung erfolgreich ist.

Tabelle 2 – T_{MUA}-Werte

Nutzerart	Verkehrsart	Zugriffszeit	T_{MUA}
Jeglicher Nutzer	Notfallverkehr (Nutzerpriorität 3)	Zeitlich geplanter (scheduled) Zugriff	0
Slot-Besitzer	Jeglicher Datenverkehr	Zeitlich geplanter Zugriff	T_{sch}
Nicht-Slot-Besitzer	Jeglicher Datenverkehr	Zeitlich geplanter Zugriff	$2 * T_{sch}$
Jeglicher Nutzer	Notfallverkehr (Nutzerpriorität 3)	Steuerungs- und Managementzugriff (Verwaltungszugriff)	0
Jeglicher Nutzer	Jeglicher Datenverkehr	Steuerungs- und Managementzugriff	T_{sch}

5.3 Nutzerprioritäten

Für den Betrieb eines SmartBAN müssen vier Niveaus der Nutzerpriorität (User Priority) definiert werden. Die Nutzerprioritäten sind in Tabelle 3 festgelegt. Die Nutzerpriorität muss die Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeit eines Knotens im synchronisierten ALOHA-Kanalzugriff (Slotted Aloha Channel Access) bestimmen. Der Bereich der Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Niveaus der Nutzerpriorität sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 3 – Liste der Nutzerprioritäten

Nutzerpriorität	Datentyp
0	Niedrige Priorität
1	Mittlere Priorität
2	Hohe Priorität
3	Sehr hoch (Notfall)

Tabelle 4 – Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Benutzerprioritäten

Nutzerpriorität	Zugangskonflikt-Wahrscheinlichkeit	
	$CP_{\max.}$	$CP_{\min.}$
0	1/8	1/16
1	1/4	1/16
2	1/2	1/8
3	1	1/2

5.4 Knoten-ID

Die Knoten-ID der Geräte in einem SmartBAN muss nach [Tabelle 5](#) zugeordnet werden.

Tabelle 5 – Knoten-ID-Tabelle

NID-Wert	NID-Zwischen-summe	NID-Notation	NID-Verwendung
00000000	1	Nicht verbundene NID	Bei Einzeladressierung (Unicast) von/zu nicht verbundenen Knoten im BAN
00000001-00010000	16	Verbundene NID	Bei Einzeladressierung (Unicast) von/zu verbundenen Knoten im BAN
00010101	1	Hub-NID	Für Hubs
11111111	1	Broadcast-NID	Bei Rundsendung (Broadcast) an alle Knoten

5.5 Informationseinheiten

Informationseinheiten (IUs) kapseln die erforderlichen Informationen für spezifische Transaktionen. Transaktionen, die IUs erfordern, müssen die entsprechende Element-ID nach [Tabelle 6](#) nutzen. Eine IU muss formatiert werden, wie in [Bild 7](#) dargestellt.

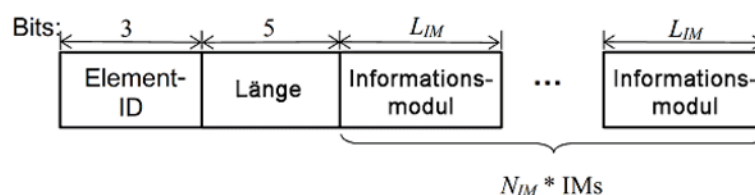


Bild 7 – Struktur einer Informationseinheit

Eine IU umfasst ein Element-ID-Feld, ein Längenfeld und mehrere Informationsmodul(IM)-Felder.

Das Element-ID-Feld bezeichnet die Art der Transaktion, für die die IU verwendet wird. Das Feld muss nach [Tabelle 6](#) festgelegt werden.

Das Längenfeld gibt die Anzahl der in der IU enthaltenen IM-Felder an. Jede IU kann bis zu 32 IM-Felder haben.

Das Informationsmodul-Feld ist transaktionsspezifisch und hat eine Länge von L_{IM} .

Tabelle 6 – Element-ID für verschiedene Transaktionen

Element-ID	Transaktion	Beschreibung
000	Uplink-Anfrage (Uplink Request)	Legt Uplink-Anforderungen für zeitlich geplante Uplink-Übertragungen fest
001	Downlink-Anfrage (Downlink Request)	Legt Downlink-Anforderungen für zeitlich geplante Downlink-Übertragungen fest
010	Uplink-Zuordnung	Legt Uplink-Zuordnungsparameter für zeitlich geplante Übertragungen fest
011	Zuordnung der Downlink-Anfrage	Legt Downlink-Zuordnungsparameter für zeitlich geplante Übertragungen fest
100	Uplink-Zeitschlitz-Neuzuordnung	Legt neue Zeitschlitz-Zuweisungen im geplanten Zugriffszeitabschnitt für verschiedene Knoten im Uplink fest
101	Downlink-Zeitschlitz-Neuzuordnung	Legt neue Zeitschlitz-Zuweisungen im geplanten Zugriffszeitabschnitt für verschiedene Knoten im Downlink fest

6 Rahmenformate

6.1 Allgemeines MAC-Rahmenformat (MAC General Frame Format)

Alle MAC-Rahmen müssen durch Verkettung eines MAC-Headers von 56 Bit, eines MAC-Rahmenkörpers von L_F Bit und einer Frame-Parität von 16 Bit gebildet werden. Der MAC-Rahmenkörper hat eine Länge von L_F Bit und ist nur vorhanden, wenn er eine Länge ungleich Null hat. Der MAC-Rahmen muss auch MAC-Protokolladateneinheit (MPDU) genannt werden.

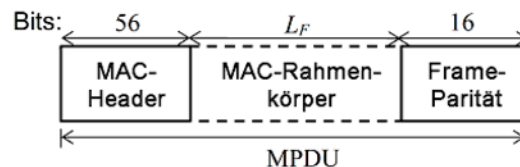


Bild 8 – Allgemeines MAC-Rahmenformat (MAC General Frame Format)

6.1.1 MAC-Header

Der MAC-Header muss aus einem Rahmensteuerungsfeld, einem Empfänger-ID-Feld, einem Sender-ID-Feld, einem BAN-ID-Feld und einer FCS bestehen.

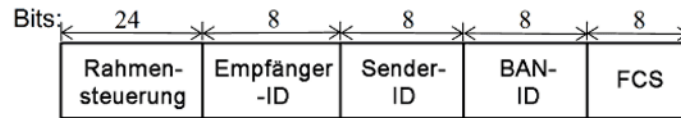


Bild 9 – MAC-Header-Format

6.1.1.1 Rahmensteuerung (en: Frame Control)

Das 24-Bit-Rahmensteuerungsfeld muss entsprechend Bild 10 formatiert werden.

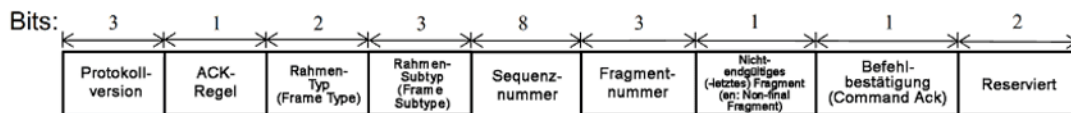


Bild 10 – Format der Rahmensteuerung (en: Frame Control Format)

6.1.1.1.1 Protokollversion

Die Protokollversion wird auf '000' gesetzt. Alle anderen Werte sind reserviert.

6.1.1.1.2 Quittierungsregeln (ACK Policy)

Das ACK-Policy-Feld zeigt die für den aktuellen Rahmen verwendete Quittierungsart an. Das Feld wird '0' gesetzt, um anzuzeigen, dass ein Quittierungsrahmen (ACK) gesendet wird, wenn eine Übertragung erfolgreich ist. Das Feld wird '1' gesetzt, um anzuzeigen, dass keine Quittierungsrahmen (ACK) gesendet werden müssen, wenn eine Übertragung erfolgreich ist, aber eine negative Quittierung (NACK) gesendet werden muss, wenn eine Übertragung nicht erfolgreich ist. Wenn NID '1111111' (Broadcast) gesetzt wird, wird keine Bestätigungsregel angewendet.

6.1.1.1.3 Rahmentyp (Frame Type)

Das Rahmentyp-Feld wird gesetzt, um den Typ des aktuellen Rahmen anzuzeigen. Es gibt drei definierte Rahmentypen: Management-, Steuerungs- und Datenrahmen. Der Rahmen-Subtyp und Rahmentyp sind in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7 – Rahmentyp- und Rahmen-Subtyp-Felder

Feldwert	Rahmentyp (Frame Type)	Feldwert	Rahmen-Subtyp (Frame Subtype)
00	Management	000	Beacon
00	Management	001	Verbindungsanfrage
00	Management	010	Verbindungszuordnung (Connection Assignment)
00	Management	011	Zeitschlitz-Neuzuord- nung
00	Management	100	Trennungsanfrage
00	Management	101	Trennungsantwort
00	Management	110	Inter-HUB
00	Management	111	Reserviert
01	Steuerung	000	ACK
01	Steuerung	001	NACK
10	Daten	000	Nutzerpriorität 0

Feldwert	Rahmentyp (Frame Type)	Feldwert	Rahmen-Subtyp (Frame Subtype)
10	Daten	001	Nutzerpriorität 1
10	Daten	010	Nutzerpriorität 2
10	Daten	011	Nutzerpriorität 3
10	Daten	100	Inter-HUB
11	Reserviert	101-111	Reserviert

6.1.1.1.4 Rahmen-Subtyp

Das Rahmen-Subtyp-Feld muss entsprechen [Tabelle 7](#) gesetzt werden.

6.1.1.1.5 Sequenznummer

Das Sequenznummer-Feld legt die Sequenz-Kennzahl des Rahmens fest.

Die Sequenznummer-Feld lgilt sowohl für Beacon- als auch Datenrahmen. Die Werte des Sequenznummer-Feldes werden wie folgt gesetzt:

- Das Feld wird Null gesetzt, wenn der Rahmen der erste Datentyp-Rahmen dieses Rahmen-Subtyps an einen Empfänger ist.
- Das Feld wird ausgehend von seinem Wert in dem Rahmen, der dem gleichen Rahmentyp dieses Rahmen-Subtyps entsprach und an einen Empfänger adressiert war, um eins erhöht, Modulo 256.
- Bei Datentyp-Rahmen wird der Wert des Felds beibehalten, wenn Rahmen Fragmente des gleichen MAC-Rahmenkörpers enthalten oder erneut an denselben Empfänger übertragen werden.

6.1.1.1.6 Fragmentnummer

Das 3-Bit-Fragmentnummer-Feld gilt für Datentyp-Rahmen. Die Werte des Sequenznummer-Feldes werden wie folgt gesetzt:

- Das Fragmentnummer-Feld wird Null gesetzt, wenn der aktuelle Rahmen keinen MAC-Rahmenkörper, einen nicht fragmentierten MAC-Rahmenkörper oder das erste Fragment eines fragmentierten MAC-Rahmenkörpers enthält.
- Das Feld wird ausgehend von seinem Wert in dem Rahmen, der das vorhergehende Fragment des MAC-Rahmenkörpers enthält, um eins erhöht, wenn der aktuelle Rahmen kein erstes Fragment des fragmentierten MAC-Rahmenkörpers enthält; oder der Feldwert wird beibehalten, wenn der Rahmen erneut an denselben Empfänger übertragen wird.

In allen anderen Rahmen ist sie reserviert.

6.1.1.1.7 Nicht-endgültiges Fragment (en: Non-final Fragment)

Das 1-Bit-Feld für das nicht-endgültige Fragment gilt nur für Datentyp-Rahmen.

Das Feld für das nicht-endgültige Fragment wird wie folgt gesetzt:

- es wird Null gesetzt, wenn der aktuelle Rahmen keinen MAC-Rahmenkörper, einen nicht fragmentierten MAC-Rahmenkörper oder das letzte Fragment eines fragmentierten MAC-Rahmenkörpers enthält, oder
- es wird Eins gesetzt, wenn der Rahmen ein nicht-endgültiges Fragment eines fragmentierten MAC-Rahmenkörpers enthält.

In allen anderen Rahmen ist sie reserviert.

6.1.1.1.8 Befehlsquittierung (Command Acknowledgement)

Das 1-Bit-Befehlsquittierungsfeld muss wie folgt gesetzt werden.

- es wird Eins gesetzt, wenn der Knoten bestätigt, dass er eine Zeitschlitz-Neuzuordnung oder eine Downlink-Datenanfrage vom Hub erhalten hat;
- ansonsten wird es Null gesetzt.

6.1.1.2 Empfänger-ID

Die Empfänger-ID ist eine 8-Bit-ID, die den Empfänger des Rahmens identifiziert und im Vorfeld vom Hub nach [Tabelle 5](#) zugeordnet wird. Die spezifische Empfänger-ID jedes Rahmens ist in [Tabelle 8](#) festgelegt.

6.1.1.3 Sender-ID

Die Sender-ID ist eine 8-Bit-Sequenz, die den Sender des Rahmens identifiziert. Die spezifische Sender-ID jedes Rahmens ist in [Tabelle 8](#) festgelegt.

6.1.1.4 BAN-ID

Die BAN-ID ist eine 8-Bit-Kurzadresse, die das SmartBAN des Senders und Empfängers identifiziert. Die spezifische BAN-ID jedes Rahmens ist in [Tabelle 8](#) festgelegt.

Tabelle 8 – ID-Tabelle

Typ	Subtyp	Sender-ID	Empfänger-ID	BAN-ID
Management	Beacon	Hub-ID	Broadcast	Hub-ID
Management	Verbindungsanfrage	Nicht verbundene ID	Hub-ID	Hub-ID
Management	Verbindungszuordnung	Hub-ID	Nicht verbundene ID	Hub-ID
Management	Zeitschlitz-Neuzuordnung	Hub-ID	Broadcast	Hub-ID
Management	Trennungsanfrage	Knoten-ID	Hub-ID	Hub-ID
Management	Trennungsantwort (Disconnection Response)	Hub-ID	Knoten-ID	Hub-ID
Management	Interhub	Hub-ID	Empfänger-BAN-Hub-ID	Hub-ID
Daten	Nutzerpriorität (0 bis 3)	Hub-ID/ Knoten-ID	Knoten-ID/Hub-ID	Hub-ID
Daten	Interhub	Hub-ID	Empfänger-BAN-Hub-ID	Hub-ID

6.1.1.5 FCS

Die 8-Bit-Rahmenprüffolge (FCS) des MAC-Headers wird mit dem Generatorpolynom $x^8 + x^7 + x^3 + x^2 + 1$ erzeugt.

6.1.2 MAC-Rahmenkörper (MAC Frame Body)

Der MAC-Rahmenkörper hat L_F Bit. Die kürzeste zulässige Länge des MAC-Rahmenkörpers ist 0: Die höchstzulässige Länge des MAC-Rahmenkörpers ist $L_{F,max}$ und ist in $[n.1]$ definiert.

Der MAC-Rahmenkörper muss aus einer der folgenden Datenstruktur-Arten bestehen:

- Managementrahmen: Diese Rahmen betreffen die Steuerung des Mediumzugriffs und der Kommunikationssysteminformationen. Die Formate dieser Felder sind in 6.2 definiert.
- Steuerungsrahmen: Dies sind Rahmen, die für die richtige Übertragung von Paketen zwischen den Knoten wesentlich sind. Die Formate dieser Felder sind in 6.3 definiert.
- Datenrahmen: Diese Rahmen sind die eigentlichen informationstragenden Komponenten (Module) (das Feld wird auf eine Oktett-Sequenz gesetzt, die als ein MAC-Rahmenkörper übermittelt wird, ohne die Reihenfolge der Sequenz zu ändern). Die Formate dieser Felder sind in 6.4 definiert.

6.1.3 Frame-Parität

Das Feld Frame-Parität muss eine 16-Bit-CRC-Sequenz des MAC-Rahmenkörpers enthalten, die mit dem Generatorpolynom $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ erzeugt wird.

6.2 Managementrahmen

6.2.1 Steuerungskanal-Beacon (C-Beacon)

Der MAC-Rahmenkörper eines Steuerungskanal-Beacons (C-Beacons) muss entsprechend Bild 11 formatiert werden.

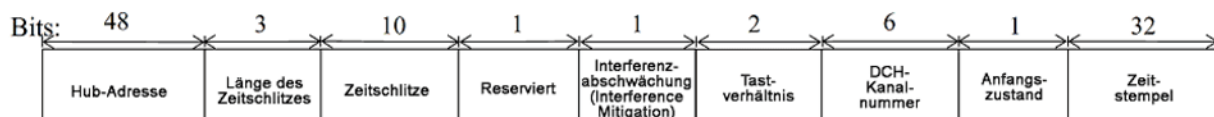


Bild 11 – Format des Steuerungskanal-Beacon-Rahmens

Der C-Beacon-Rahmen wird entsprechend Bild 11 formatiert. Der Hub überträgt das Steuerungskanal-Beacon auf dem zuvor ausgewählten Steuerungskanal. Der Hub muss ein Beacon je T_c Sekunden übertragen.

Der Steuerungskanal-Beacon-Rahmen besteht aus 9 Feldern. Diese sind:

- Hub-Adresse;
- Länge des Zeitschlitzes;
- Zeitschlitz;
- Reserviert;
- Interferenzabschwächung (Interference Mitigation);
- Tastverhältnis;
- DCH-Kanalnummer;
- Anfangszustand;
- Zeitstempel.

6.2.1.1 Hub-Adresse

Das 48-Bit-Feld enthält die Adresse des Hubs, der den Steuerungskanal-Beacon-Rahmen sendet.

6.2.1.2 Länge des Zeitschlitzes

Das Zeitschlitzlängen-Feld muss nach Tabelle 9 gesetzt werden, um die Dauer jedes Zeitschlitzes anzuzeigen, die $T_S = L_{SLOT} * T_{min}$ entspricht.

Tabelle 9 – Kodierung des Felds für die Zeitschlitzlänge

Feldwert	L_{SLOT}
000	1
001	2
010	4
011	8
100	16
101	32
110	Reserviert
111	Reserviert

6.2.1.3 Zeitschlitz

Das Feld zeigt die Gesamtanzahl der Zeitschlitz im geplanten Zugriffszeitabschnitt, in der Steuerungs- und Managementperiode und während der inaktiven Dauer eines jeden Inter-Beacon-Intervalls an. Die Länge jedes Zeitschlitzes ist in 6.2.1.2 angegeben.

6.2.1.4 Interferenzabschwächung (Interference Mitigation)

Das Interferenzabschwächung-Bit zeigt an, ob das SmartBAN derzeit Verfahren der Interferenzabschwächung ausführt.

6.2.1.5 Tastgrad (Tastverhältnis)

Das Tastgrad-Feld zeigt das aktuelle Tastverhältnis des SmartBAN an. Die Werte des Feldes müssen nach Tabelle 10 gesetzt werden.

Tabelle 10 – Bitwerte für das Tastgrad-Feld

Bitwert	Tastgrad (%)
00	0 bis < 25
01	25 bis < 50
10	50 bis < 75
11	75 bis 100

6.2.1.6 DCH-Kanalnummer

Das DCH-Kanalnummer-Feld zeigt die derzeit aktive DCH-Kanalnummer an. Die DCH-Kanalnummern sind in [n.1] aufgeführt.

6.2.1.7 Anfangszustand

Das Anfangszustand-Feld gibt den Zustand (Status) des Hubs an. Das Feld muss '1' gesetzt werden, wenn der Hub den Knoten erlaubt, Teil des BAN zu werden, und muss '0' gesetzt werden, wenn das SmartBAN für neue Knoten geschlossen ist.

6.2.1.8 Zeitstempel

Das 32-Bit-Zeitstempel-Feld enthält den Wert der lokalen Uhr des Geräts zum Zeitpunkt des Zeitschlitz-Beginns. Der Zeitstempel soll einer relativen Zeitmessung entsprechen, die nach Ermessen des Implementierers in einen Absolutwert überführt werden darf.

6.2.2 Datenkanal-Beacon (D-Beacon)

Der MAC-Rahmenkörper eines Datenkanal-Beacons (D-Beacons) muss entsprechend Bild 12 formatiert werden. Die mit Strichlinien gerahmten Kästchen zeigen an, dass sie nicht mit sämtlichen D-Beacon-Paketen gesendet werden, sondern nur die mit einem Funktionsindikator-Feldwert ungleich Null.

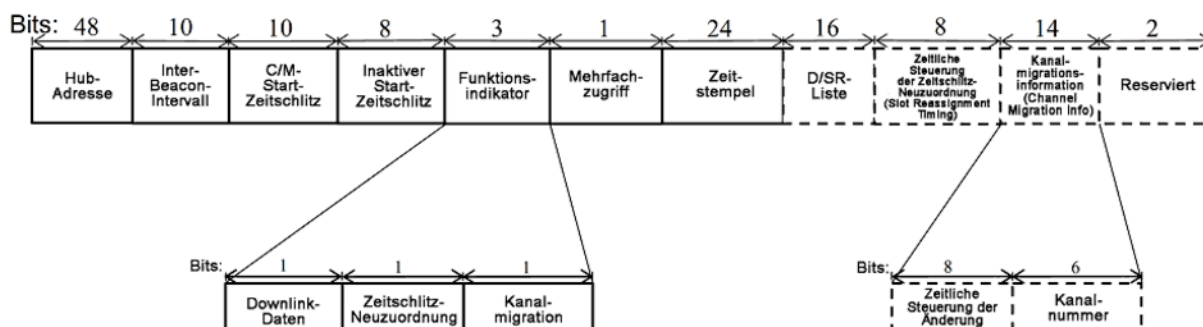


Bild 12 – Format des Datenkanal-Beacon-Rahmens

Der Datenkanal-Beacon-Rahmen wird entsprechend Bild 12 formatiert. Der Hub überträgt das Datenkanal-Beacon auf dem zuvor ausgewählten Datenkanal. Der Hub muss ein Beacon je T_D Sekunden übertragen.

Der Steuerungskanal-Beacon-Rahmen besteht aus 11 Feldern. Diese sind:

- Hub-Adresse;
- Inter-Beacon-Intervall;
- Start-Zeitschlitz für die Steuerungs- und Managementperiode (Control and Management Period Start Slot);
- Start-Zeitschlitz für die inaktive Dauer (Inactive Period Start Slot);
- Funktionsindikator;
- Indikator (Anzeigefeld) für den Mehrfachzugriff (Multi-use Access Indicator);
- Zeitstempel;
- D/SR-Liste;
- zeitliche Steuerung der Zeitschlitz-Neuzuordnung (Slot Reassignment Timing);
- Kanalmigrationsinformation;
- Reserviert.

6.2.2.1 Hub-Adresse

Das 48-Bit-Feld enthält die Hub-Adresse.

6.2.2.2 Zeitlicher Abstand zwischen zwei Beacon (Inter-Beacon-Intervall)

Das Feld gibt die Anzahl der Zeitslitze in jedem Inter-Beacon-Intervall an. Die Länge jedes Zeitschlitzes ist in 6.1.2 angegeben.

6.2.2.3 Start-Zeitschlitz für die Steuerungs- und Managementperiode (Control and Management Period Start Slot)

Das Feld für den Start-Zeitschlitz für die Steuerungs- und Managementperiode enthält die Zeitschlitznummer, bei der die C/M-Periode beginnt.

6.2.2.4 Start-Zeitschlitz für die inaktive Dauer (Inactive Period Start Slot)

Das Feld für den Start-Zeitschlitz für die inaktive Dauer enthält die Zeitschlitznummer, bei der die inaktive Dauer beginnen soll.

6.2.2.5 Funktionsindikator

Das Funktionsindikator-Feld besteht aus drei 1-Bit-Unterfeldern. Wenn alle Unterfelder '0' sind, werden die in [Bild 12](#) mit Strichlinien markierten Felder nicht gesendet. Wenn eines der Unterfelder eine '1' anzeigt, werden die in [Bild 12](#) mit Strichlinien markierten Felder gesendet, um weitere Informationen bereitzustellen.

6.2.2.5.1 Downlink-Daten-Indikator (-Anzeigefeld)

Der Downlink-Daten-Indikator muss anzeigen, ob Downlink-Daten für einen der Knoten verfügbar sind. Wenn der Wert des Indikators '1' ist, wird im gleichen D-Beacon-Rahmen eine zugehörige D/SR-Liste mitgesendet, die die Knoten bezeichnet, die bezüglich Downlink-Daten „abhören“ sollen. Die ausgewiesenen Knoten müssen das Verfahren in [7.4](#) befolgen, um ihre Downlink-Daten zu bekommen.

6.2.2.5.2 Indikator für Zeitschlitz-Neuzuordnung

Der Indikator für die Zeitschlitz-Neuzuordnung muss anzeigen, ob und welche Knoten ihre Zeitschlitz neu zugeordnet bekommen. Wenn der Wert des Indikators '1' ist, wird im gleichen D-Beacon-Rahmen eine zugehörige D/SR-Liste mitgesendet, die die Knoten bezeichnet, die ihre Zeitschlitz neu zugeordnet bekommen. Im gleichen D-Beacon-Rahmen wird außerdem ein Feld für die zeitliche Steuerung der Zeitschlitz-Neuzuordnung gesendet, um den Zeitpunkt anzuzeigen, zu dem die Zuordnung der neuen Zeitschlitz wirksam wird. Die ausgewiesenen Knoten müssen das Verfahren in [7.5](#) befolgen, um ihre Zuordnung der neuen Zeitschlitz zu bekommen.

6.2.2.5.3 Kanalmigrationsindikator (Channel Migration Indicator)

Der Indikator für die Kanalmigration muss anzeigen, ob der DCH auf einen neuen Kanal umschaltet. Der Bitwert '0' zeigt keine Änderung des DCH an, wohingegen der Bitwert 1 anzeigt, dass der DCH auf einen neuen Kanal umschaltet. Wenn der Wert des Anzeigefelds '1' ist, wird im gleichen D-Beacon-Rahmen ein zugehöriges Feld für die Kanalmigrationsinformation mitgesendet.

6.2.2.6 Mehrfachzugriff

Das Mehrfachzugriff-Feld zeigt an, ob das SmartBAN in der Mehrfachzugriff-Betriebsart arbeitet. Der Bitwert '0' zeigt an, dass das SmartBAN nicht in der Mehrfachzugriff-Betriebsart betrieben wird, wohingegen der Bitwert 1 anzeigt, dass das SmartBAN in der Mehrfachzugriff-Betriebsart arbeitet.

6.2.2.7 Zeitstempel

Das Zeitstempel-Feld muss den Wert der lokalen Uhr des Geräts zum Zeitpunkt jedes Inter-Beacon-Intervalls enthalten. Der Zeitstempel soll einer relativen Zeitmessung entsprechen, die nach Ermessen des Implementierers in einen Absolutwert überführt werden darf.

6.2.2.8 Downlink-/Zeitschlitz-Neuzuordnungsliste (D/SR-Liste)

Das Feld muss die Knoten anzeigen, die entweder Downlink-Daten empfangen werden oder neue Zeitschlitz zugeordnet bekommen. Die Bitanzahl gibt die Gesamtzahl der unterstützten Knoten wieder. Jedes Bit stellt einen Knoten dar, wobei mit dem Knoten mit der kleinsten ID-Nummer (00000001) auf der linken Seite beginnt.