

	DIN EN 50090-5-3 (VDE 0829-5-3)	DIN
	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 „etx Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 97.120 Ersatz für DIN EN 50090-5-3:2007-06 Siehe Anwendungsbeginn Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 5-3: Medien und medienabhängige Schichten – Signalübertragung über Funk für ESHG Klasse 1; Deutsche Fassung EN 50090-5-3:2016 Home and Building Electronic Systems (HBES) – Part 5-3: Media and media dependent layers – Radio Frequency for HBES Class 1; German version EN 50090-5-3:2016 Systèmes électroniques pour les foyers domestiques et les bâtiments (HBES) – Partie 5-3: Médias et couches dépendantes des médias – Radio Fréquence pour HBES Classe 1; Version allemande EN 50090-5-3:2016 Gesamtumfang 48 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-11-02 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-10-01.

Für DIN EN 50090-5-3:2007-06 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-11-02.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50090-5-3 (VDE 0829-5-3):2015-09.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 716 „Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG)“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 50090-5-3:2007-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Beschreibung der ESHG RF Ready solution wurde mit der aufwärts kompatiblen ESHG RF Multi solution erweitert.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50090-5-3: 2007-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 50090-1:2011	–	DIN EN 50090-1 (VDE 0829-1):2011-12	VDE 0829-1
EN 50090-4-1	–	DIN EN 50090-4-1	–
EN 50090-4-2	–	DIN EN 50090-4-2	–

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
ETSI EN 300 220 (alle Teile)	–	DIN EN 300220 (alle Teile)	–
ETSI EN 300 220-1	–	DIN EN 300220-1	–
ETSI EN 301 489-1	–	–	–
ETSI EN 301 489-3	–	DIN EN 301489-3	–
–	IEC 870-5	–	–
–	IEC 870-5-1	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50090-1 (VDE 0829-1):2011-12, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 1: Aufbau der Norm; Deutsche Fassung EN 50090-1:2011*

DIN EN 50090-4-1, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 4-1: Medienunabhängige Schicht – Anwendungsschicht für ESHG Klasse 1*

DIN EN 50090-4-2, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 4-2: Medienunabhängige Schicht – Transportschicht, Vermittlungsschicht und allgemeine Teile der Sicherungsschicht für ESHG Klasse 1*

DIN EN 300220 (alle Teile), *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD) – Funkgeräte zur Verwendung im Frequenzbereich von 25 MHz bis 1 000 MHz mit Ausgangsleistungen bis 500 mW*

DIN EN 300220-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD) – Funkgeräte zur Verwendung im Frequenzbereich von 25 MHz bis 1 000 MHz mit Ausgangsleistungen bis 500 mW – Teil 1: Technische Kennwerte und Prüfverfahren*

DIN EN 301489-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für Funkeinrichtungen und -dienste – Teil 3: Spezifische Bedingungen für Funkgeräte geringer Reichweite (SRD) für den Einsatz auf Frequenzen zwischen 9 kHz und 246 GHz*

**Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) –
Teil 5-3: Medien und medienabhängige Schichten –
Signalübertragung über Funk für ESHG Klasse 1**

Home and Building Electronic Systems (HBES) –
Part 5-3: Media and media dependent layers –
Radio Frequency for HBES Class 1

Systèmes électroniques pour les foyers
domestiques et les bâtiments (HBES) –
Partie 5-3: Médias et couches dépendantes des
médias –
Radio Fréquence pour HBES Classe 1

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-11-02 angenommen. CENELEC-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 Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50090-5-3:2016 D

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Abkürzungen	7
4 Allgemeines	7
5 ESHG-RF-Physical Layer.....	8
5.1 Physical Layer für ESHG RF Ready	8
5.1.1 Signaleigenschaften für ESHG RF Ready	8
5.1.2 Telegrammaufbau für RF Ready.....	9
5.1.3 Zugriff auf das Medium, RF Ready	9
5.2 Physical Layer für ESHG RF Multi	10
5.2.1 Allgemeine Anforderungen (ESHG RF Multi).....	10
5.2.2 Physical Layer Typ RF Multi.....	11
5.2.3 Telegrammaufbau für ESHG-RF-Multi-Systeme.....	13
6 ESHG-RF-Data Link Layer	13
6.1 ESHG-RF-Data Link Layer für alle ESHG-RF-Geräte	13
6.1.1 Unterschiede zum bestehenden (bidirektionalen) ESHG-Protokoll nach EN 50090	13
6.1.2 Data Link Layer-Rahmen	15
6.1.3 Verwendung des ESHG-Ctrl-Feldes	19
6.1.4 Data Link Layer-Protokoll	19
6.1.5 Data Link Layer-Dienste.....	20
6.2 ESHG-RF-Data Link Layer für ESHG RF Ready	22
6.2.1 Data Link Layer-Protokoll	22
6.2.2 Schicht 2 eines RF-Weitersenders (en: Retransmitter).....	22
6.3 ESHG-RF-Data Link Layer speziell für ESHG-RF-Multi-Systeme	23
6.3.1 RF-Multi-Medienzugriff.....	23
6.3.2 Rahmenformat.....	25
6.3.3 RF-Multi-Kanalverwendung	25
6.3.4 Schnelle Quittierung	31
6.3.5 Data Link Layer-Protokoll	36
6.3.6 Laufzeit mit einem RF-Repeater und angeforderter schneller Quittierung	39
6.3.7 Verzögerungen durch Zeiten zwischen zwei Telegrammen (en: InterFrame) für RF-Repeater.....	40
6.3.8 Wiederholungszähler.....	40
6.3.9 Medienkoppler	41

6.4	Semidirektionale Geräte und bidirektionaler Modus	41
7	Kompatibilität zwischen ESHG Ready und ESHG RF Multi	42
7.1	Kommunikation zwischen ESHG RF-1.1- und ESHG-RF1-Multi-Geräten.....	42
7.2	Kommunikation zwischen ESHG-RF-Ready- und ESHG-RF-Multi-Geräten.....	42
7.3	Kommunikation zwischen ESHG-RF-Multi- und ESHG-RF-Multi-Geräten.....	43
	Literaturhinweise	44

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 50090-5-3:2016) wurde vom CLC/TC 205 „Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG)“ erstellt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-11-02
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-11-02

EN 50090-5-3:2016 beinhaltet die folgenden signifikanten technischen Abänderungen zur EN 50090-5-3:2006:

- der Unterschied zwischen dieser und der vorhergehenden Version des Teils 5-3 ist, dass die vorhergehende Version nur eine Beschreibung der ESHG RF Ready solution enthielt, während die aktuelle Version mit der aufwärts kompatiblen ESHG RF Multi solution erweitert wurde.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Einleitung

CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, möglicherweise auftretende Patentrechte zu identifizieren.

KNX Association bestätigt als Kooperationspartner von CENELEC, dass in dem Umfang, in dem die Norm Patente und Rechte enthält, die Mitglieder der KNX Association bereit sind, Lizenzen mit Bewerbern über die gesamte Welt unter fairen, zumutbaren und diskriminierungsfreien Bedingungen und Modalitäten zu verhandeln.

KNX Association
De Kleetlaan 5, Bus 11
B-1831 Brussels-Diegem
Tel: +32 (0)2 775 86 44
Mob: +32 (0) 476 21 56 58
Fax: +32 (0)2 675 50 28
Email: info@knx.org
www.knx.org

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

CEN und CENELEC führen eine online Liste von relevanten Patenten zu ihren Normen. Die Nutzer werden ermutigt die Liste mit den aktuellsten Informationen bezüglich den Patenten hinzuzuziehen. (<ftp://ftp.cencenelec.eu/EN/IPR/Patents/IPRdeclaration.pdf>).

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die verbindlichen und optionalen Anforderungen für die medienspezifische Schicht (en: Physical Layer)- und Daten Verbindungsschicht (Data Link Layer) der ESHG-Signalübertragung über Funk fest.

Schnittstellen der Data Link Layer und allgemeine Festlegungen, die medienunabhängig sind, werden in EN 50090-4-1 behandelt.

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen für ESHG-RF-Ready- und ESHG-RF-Multi-Geräte fest. ESHG RF Ready ist ein System mit einem einzigen Funkfrequenzkanal. ESHG RF Multi ist eine mehrkanalige Weiterentwicklung des ESHG –RF-Ready-Systems mit zwei zusätzlichen RF-Kanälen für Produkte mit kurzer Reaktionszeit und mit zwei RF-Kanälen für Produkte mit langer Reaktionszeit.

ESHG RF Multi, das nachfolgend spezifiziert wird, weist folgende Merkmale auf:

- größere Zuverlässigkeit bei der Übertragung von Daten bei vorhandenen Störern;
- höhere Leistungsfähigkeit bei Installation mehrerer ESHG-RF-Produkte am gleichen Ort;
- Vermischen von Produkten, die permanent und nicht permanent empfangen;
- Vermischen von Geräten mit kurzer und mit langer Reaktionszeit;
- Listen Before Talk.

Schnelle RF-Kanäle sind hauptsächlich für die Verwendung mit von Menschen gesteuerten Anwendungen gedacht, wie beispielsweise Licht oder Jalousie. Langsame RF-Kanäle sind hauptsächlich für die Verwendung mit nicht permanenten Empfängern für automatische Anwendungen wie Sensoren (Rauch, Temperatur, Wind usw.), Heizungssteuerung usw. gedacht.

Kompatibilitätsfragen mit Produkten in Übereinstimmung mit der vorherigen ESHG-RF-Spezifikation (ESHG RF 1.1) und den neuen Versionen werden in [Abschnitt 7](#) am Ende dieses Dokuments behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 50090-1:2011, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 1: Aufbau der Norm*

EN 50090-4-1, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 4-1: Medienunabhängige Schicht – Anwendungsschicht für ESHG Klasse 1*

EN 50090-4-2, *Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) – Teil 4-2: Medienunabhängige Schicht – Transportschicht, Vermittlungsschicht und allgemeine Teile der Sicherungsschicht für ESHG Klasse 1*

ETSI EN 300 220 (alle Teile), *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM) – Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD) – Funkgeräte zur Verwendung im Frequenzbereich von 25 MHz bis 1000 MHz mit Leistungspegeln bis 500 mW*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 50090-1:2011 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

RF-Kanalwechsel

(en: RF channel hopping)

Handlung, um den RF-Kanal während oder nach der Übertragung eines Rahmens zu wechseln

3.1.2

Leistungsübertragungsbilanz

(en: budget link)

die Leistungsübertragungsbilanz eines Gerätes ist die Differenz, ausgedrückt in dB, zwischen der größten Sendeleistung und der Sendeempfindlichkeit. Je größer die Leistungsübertragungsbilanz, desto besser die Funkreichweite

3.2 Abkürzungen

AFA	Adaptive Frequenzagilität (en: Adaptive Frequency Agility)
BER	Bitfehlerquote (en: Bit Error Rate)
D.C.	Tastverhältnis (en: Duty Cycle)
DLL	Datenverbindungsschicht (en: Data Link Layer)
EOA	Quittierungsende (en: End of Ack)
ERP	Effektive abgestrahlte Leistung (en: Effective Radiated Power)
F1	RF-Kanal F1 mit einem Vorspann von 15 ms im gesendeten Telegrammrahmen
F1r	RF-Kanal F1 mit einem Vorspann von 4,8 ms im gesendeten Telegrammrahmen
F1sh	RF-Kanal F1 mit einem Vorspann von 1 ms im gesendeten Telegrammrahmen
FSK	Frequenzumtastung (en: Frequency Shift Keying)
F_x	Einer der RF-Kanäle F1, F2 oder F3
GFSK	Gaußsche Frequenzumtastung (en: Gaussian Frequency Shift Keying)
LBT	Listen Before Talk
NPRM	Nicht permanenter Empfangsmodus (en: Non-Permanent Reception Mode)
PhL	Bitübertragungsschicht (en: Physical Layer)
PRM	permanenter Empfangsmodus (en: Permanent Reception Mode)
Rx	Empfänger (en: receiver)
RSSI	Angabe zur empfangenen Signalstärke (en: Received Signal Strength Indication)
SN	ESHG-Seriennummer (en: HBES Serial Number)
S_x	Einer der RF-Kanäle S1 oder S2
TRx	Sende-Empfangsgerät (en: transceiver)
Tx	Sender (en: transmitter)

4 Allgemeines

Wie im Anwendungsbereich beschrieben, legt diese Europäische Norm die Anforderungen der RF-Physical Layer fest für:

- ESHG RF Ready;
- ESHG RF Multi.

Für die ESHG-Zulassung in Europa müssen die Produkte mit wenigstens einem der folgenden Abschnitte übereinstimmen.

Tabelle 1 – Leitfaden für Konformität

System	Physical Layer	Data Link Layer
ESHG RF Ready	5.1	6.1 und 6.2
ESHG RF Multi	5.2	6.1 und 6.3

5 ESHG-RF-Physical Layer

5.1 Physical Layer für ESHG RF Ready

5.1.1 Signaleigenschaften für ESHG RF Ready

Tabelle 2 – Allgemeine Physical Layer Anforderungen für ESHG RF Ready

Merkmal	Wert oder anzuwendende Norm
Tx-Mittenfrequenz	$f_c = 868,300 \text{ MHz}$
Bandbreite	600 kHz
Max. Tx-Frequenztoleranz	$\pm 25 \text{ ppm}^a$
Max. Tx-Tastverhältnis	1 %
Tx-Modulationsart	FSK
FSK-Abweichung	$f_{DEV} = \pm 48 \text{ kHz bis } \pm 80 \text{ kHz}$ typisch 60 kHz
Tx-Chiprate	32 768 chips pro Sekunde
Max. Toleranz der Tx-Chiprate	$\pm 1,5 \%$
Max. Tx-Jitter je Übergang	$\pm 5 \mu\text{s}$
Tx-ERP	Typisch: 0 dBm Min.: -3 dBm Max.: +14 dBm
Rx-Blockierverhalten	entsprechend ETSI EN 300 220-1, Empfänger der Kategorie 2 ^b
Rx-Mittenfrequenz	$f_c = 868,300 \text{ MHz}$
Rx-Frequenztoleranz	$\pm 25 \text{ ppm ESHG Tx zu ESHG Rx}^{a, b}$ $\pm 60 \text{ ppm Messung Tx zu ESHG Rx}^{a, b}$
Min. Rx-Chipratentoleranz	$\pm 2,0 \%^b$
Rx-Sendeempfindlichkeit	typisch: -95 dBm ^b min.: -80 dBm ^b
Min. Betriebstemperaturbereich	0 °C bis 45 °C ^c
^a Diese Frequenztoleranz schließt Toleranzen durch Temperaturschwankungen innerhalb des Betriebstemperaturbereichs und Toleranzen durch Quarzalterung ein. ^b Bei einer Bitfehlerrate (BER) von 10^{-4} in optimaler Antennenrichtung. ^c Die Parameter des ESHG-Physical Layer müssen über den gesamten vom Hersteller angegebenen Temperaturbereich des Produkts eingehalten werden (z. B. -10 °C bis 70 °C für Verwendung im Freien).	

Es wird eine Leistungsübertragungsbilanz von 100 dB empfohlen.

5.1.2 Telegrammaufbau für RF Ready

Tabelle 3 – Definition der ESHG-Ready-System-Telegramme

Merkmale	Wert	Bemerkungen
Datencodierung	Manchester	Chip „0“ bedeutet $f_{LO} (= f_C - f_{DEV})$ Chip „1“ bedeutet $f_{HI} (= f_C + f_{DEV})$ Bit „0“ ist codiert als Übergang von f_{HI} nach f_{LO} , Chipfolge „10“ Bit „1“ ist codiert als Übergang von f_{LO} nach f_{HI} , Chipfolge „01“
Preheader	besteht aus Vorspann, Manchester-Verstoß, Sync-Wort	siehe unten
Vorspann (en: Preamble)	79 × Chipfolge „01“, von Tx gesendet	Lernfolge für Rx, die Anzahl der Vorspann-Chips wird von Rx nicht geprüft (~4,8 ms)
Manchester-Verstoß	Chipfolge „000111“	erforderlich für Gleichkanal-Unterdrückungseffekt
Sync-Wort	Chipfolge „011010010110“	nützlich für Synchronisation zur Chiprate
Nachspann (en: Postamble)	2 chips bis 8 chips	Software-Gründe, vorgeschrieben für alle Tx, der Nachspann wird von Rx nicht ausgewertet.
Gleichkanal- Unterdrückungseffekt	optional	Preheader läßt ihn zu; Rx kann ihn benutzen

5.1.3 Zugriff auf das Medium, RF Ready

5.1.3.1 Definition und Verwendung

Zugriffssteuerung zum Medium dient der Verhinderung von Kollisionen im RF-Medium. Aus zwei Gründen kann der Zugriff auf das Medium nicht vollständig bei dem Medium RF gesteuert werden.

- 1) unidirektionale Sender greifen zu nicht vorhersehbaren Zeiten auf das Medium zu.
- 2) RF-Geräte, die nicht Teil des ESHG sind, greifen zu nicht vorhersehbaren Zeiten auf das Medium zu.

Vor dem Senden müssen bidirektionale Geräte in der Lage sein, festzustellen, ob das Medium frei ist. Die Zeit zwischen zwei Telegrammen (en: inter-Frame time) ist das Zeitintervall, währenddessen ein bidirektionales Gerät auf ein freies Medium warten muss (unabhängig davon, ob es von einem vorhergehenden Telegramm angesprochen wird oder nicht). Wenn während dieser Zeit kein Vorspann erkannt wird, darf das Gerät zu senden beginnen.

Wenn ein Telegramm empfangen wird, während die Physical Layer eine Sendeansforderung erhält, beginnt die Zeit zwischen zwei Telegrammen, wenn der Telegrammempfang beendet ist, das heißt nachdem das letzte CRC empfangen wurde. Dasselbe gilt für das Senden: Wenn die Physical Layer eine Sendeansforderung erhält, während sie sendet, beginnt die Zeit zwischen zwei Telegrammen, nachdem das letzte CRC gesendet wurde.

ANMERKUNG RF unterstützt keine Kollisionsvermeidung, daher sind keine Sendeprioritäten im Rahmen codiert.

5.1.3.2 Medienzugriffszeit

Tabelle 4 – Medienzugriffszeiten

Rahmentyp	Zeit zwischen zwei Telegrammen [Tint]	Zufällige Zeit [Trd]	Gesamte Medienzugriffszeit [Tma]
Ein Ready-Telegramm wird WIEDERHOLT	5 ms	$0 \text{ ms} \leq \text{Trd} < 10 \text{ ms}$	$5 \text{ ms} \leq \text{Tma} < 15 \text{ ms}$
Ready-Telegramm Bidirektionale Geräte	15 ms	$0 \text{ ms} \leq \text{Trd} < 15 \text{ ms}$	$15 \text{ ms} \leq \text{Tma} < 30 \text{ ms}$
Ready-Telegramm Unidirektionale Geräte	150 ms	$0 \text{ ms} \leq \text{Trd} < 10 \text{ ms}$	$150 \text{ ms} \leq \text{Tma} < 160 \text{ ms}$

Die angenommene typische „Blindzeit“ für Geräte ist 1 ms.

Die Auflösung für die zufällige Zeit [Trd] muss 1 ms betragen.

5.2 Physical Layer für ESHG RF Multi

5.2.1 Allgemeine Anforderungen (ESHG RF Multi)

Die für ESHG RF Multi benutzten Kanäle setzen sich aus folgenden 3 + 2 RF-Kanälen zusammen.

Tabelle 5 – RF-Kanäle der ESHG-RF-Multi-Physical Layer

Name des RF-Kanals	Abkürzung	Signalgeschwindigkeit kbps	Codierung	Länge des Vorspanns ms
Erster schneller RF-Kanal	F1	16,384	Manchester	15
Zweiter schneller RF-Kanal	F2	16,384	Manchester	15
Dritter schneller RF-Kanal	F3	16,384	Manchester	15
Erster langsamer RF-Kanal	S1	8,192	Manchester	500
Zweiter langsamer RF-Kanal	S2	8,192	Manchester	500

Die RF-Kanäle sind in zwei Kategorien unterteilt.

- 1) Die erste Kategorie enthält RF-Kanäle für „schnelle“ RF-Telegramme. Die schnellen Telegramme werden aus einem kurzen **15-ms-Wake-Up** bei **16,384 kbps** Signalgeschwindigkeit gebildet.
- 2) Die zweite Kategorie enthält RF-Kanäle für „langsame“ RF-Telegramme. Die langsamen Telegramme werden aus einem langen **500-ms-Wake-Up** bei **8,192 kbps** Signalgeschwindigkeit gebildet.

Die zwei Kategorien von RF-Kanälen legen eindeutig zwei Anwendungsbereiche fest.

BEISPIEL 1 Nichtpermanente Empfänger: Rauchmelder, Heizungssteuerung

BEISPIEL 2 Permanente Empfänger: alle Geräte mit menschlicher Interaktion

Die ersten drei schnellen RF-Kanäle werden vorwiegend in Anwendungen für schnelle permanente und nichtpermanente Empfänger benutzt; die beiden letzten RF-Kanäle werden vorwiegend für langsame nichtpermanente Rx-Geräte benutzt. Das Empfangsvermögen des Empfängers bestimmt die Länge des Vorspanns.

Geräte beider Kategorien können voneinander unabhängig ohne Verbindung oder mit Verbindungen koexistieren, die durch spezielle netzbetriebene Produkte, die alle 5 RF-Kanäle empfangen, hergestellt wurden.

Schnelle Telegramme sind Telegramme, die auf einem der schnellen RF-Kanäle gesendet werden; langsame Telegramme sind Telegramme, die auf einem langsamen RF-Kanal gesendet werden.

Typische NPRM-Geräte, die langsame Telegramme verwenden, können nur RF-Telegramme mit langem Wake-Up empfangen. Dies ermöglicht es den NPRM-Geräten, die meiste Zeit über im Stromsparmodus zu bleiben und periodisch aktiv zu werden, um einen langen Vorspann zu empfangen. Es wird empfohlen, dass batteriebetriebene Geräte hauptsächlich die RF-Kanäle S1 und S2 mit der niedrigeren Datenrate verwenden.

PRM-Geräte, die die schnellen RF-Kanäle unterstützen, müssen permanent im Abtast- und Empfangsmodus sein.

NPRM-Geräte, die die schnellen RF-Kanäle unterstützen, müssen jeden RF-Kanal alle 15 ms abtasten (1 ms für Springen, 1 ms zum Abtasten eines RF-Kanals). Wenn eine Präambel detektiert wird, dann muss es das Telegramm hören, wenn nicht, muss es zum nächsten RF-Kanal springen.

Ein Empfänger auf nur einem RF-Kanal ohne Abtastung eines anderen ist nicht erlaubt.

Unter den ersten drei schnellen RF-Kanälen ist der erste derjenige, der von RF-ESHG-Ready-Geräten verwendet wird, und die anderen beiden schnellen RF-Kanäle sind Ausweich-RF-Kanäle, die im Fall eines belegten RF-Kanals benutzt werden.

Unter den zwei langsamen RF-Kanälen ist der erste S1 für langsame Produkte und der andere langsame RF-Kanal ist ein Ausweich-RF-Kanal für den Fall eines belegten RF-Kanals.

Geräte benutzen hauptsächlich F1, F2, F3 oder S1, S2: Fünf RF-Kanäle werden nur sehr selten von Anwendungen unterstützt.

5.2.2 Physical Layer Typ RF Multi

5.2.2.1 ESHG-RF1-Kanaldefinitionen für RF-Kanäle F1, F2 und F3

Tabelle 6 – RF-Kanal-Definitionen für RF1-Kanäle F1, F2 und F3 (1 von 2)

Parameter	Wert		Kommentar
Tx-Mittenfrequenz	Kanal F1	868,300 MHz	ESHG Tx zu ESHG Rx^b Tx: ± 25 ppm Rx: ± 25 ppm Zähler (en: Metering) Tx zu ESHG RF Multi^c Tx: ± 60 ppm Rx: ± 60 ppm
	Kanal F2	868,950 MHz	
	Kanal F3 ^a	869,850 MHz	
Tx-Strahlungsleistung	Typisch: 0 dBm Min.: -3 dBm Max.: +14 dBm		
Abweichung	± 48 kHz bis ± 80 kHz		typisch: 60 kHz
Max. erlaubte Bandbreite	500 kHz 300 kHz		Für F1 und F2 Für F3 ^a
Max. Tx-Tastverhältnis	1 % für F1 0,1 % für F2 100 % für F3		Nur für F3 ist das Tastverhältnis 100 % bis zu einer max. Sendeleistung von 5 mW und beschränkt auf 1 % von 5 mW bis 25 mW
Tx-Chiprate	32 768 Chips pro Sekunde		
Max. Toleranz der Tx-Chiprate	$\pm 1,5$ %		

Tabelle 6 – RF-Kanal-Definitionen für RF1-Kanäle F1, F2 und F3 (2 von 2)

Parameter	Wert	Kommentar
Max. Tx-Jitter je Übergang	$\pm 5 \mu\text{s}$	
Max. Empfindlichkeit	–95 dBm typisch –80 dB mindestens	Sendeprüfung ^d BER: 10^{-4}
Min. Toleranz der Rx-Chiprate	$\pm 2 \%$	
Länge des Vorspanns (en: Preamble)	247 × Chipfolge „01“	~15ms, die Anzahl der Vorspann-Chips wird nicht durch Rx geprüft
Rx-Blockierverhalten	min. Kategorie 2	Kategorie 2 entsprechend ETSI EN 300 220 (alle Teile)
Min. Betriebsbereich	0 °C bis 45 °C ^e	
^a RF-Kanal F3 ist optional. Er kann nicht durch Hardware realisiert werden. ^b Diese Frequenztoleranz schließt Toleranzen durch Temperaturschwankungen innerhalb des Betriebstemperaturbereichs und Toleranzen durch Quarzalterung ein. ^c Frequenzfehlerkorrektur kann im Fall einer Übertragung von Tx-Zählern (en: Metering) zu ESHG Rx Produkten erforderlich sein. Zähler (en: Metering) gilt nur für RF-Kanal F1. ^d Bei Bitfehlerrate (BER) 10^{-4} in optimaler Antennenrichtung. ^e Die Parameter der ESHG- Physical Layer müssen über den gesamten vom Hersteller angegebenen Temperaturbereich des Produkts eingehalten werden (z. B. –10 °C bis +70 °C für Verwendung im Freien).		

5.2.2.2 ESHG-RF1-Kanaldefinitionen für RF-Kanäle S1 und S2

Tabelle 7 – RF-Kanal-Definitionen für RF1-Multi-Kanäle S1 und S2 (1 von 2)

Parameter	Wert		Kommentar
Tx-Mittenfrequenz	Kanal S1	869,850 MHz	Tx: $\pm 25 \text{ ppm}$ ^a Rx: $\pm 25 \text{ ppm}$
	Kanal S2	869,525 MHz	
Tx-Strahlungsleistung	Typisch: 0 dBm Min.: –3 dBm Max.: +14 dBm		
Abweichung	$\pm 20 \text{ kHz}$ bis $\pm 65 \text{ kHz}$		Die Verwendung von Frequenzfehlerkorrektur kann erforderlich sein, um gute Empfangsleistungen sicherzustellen.
Max. erlaubte Bandbreite	300 kHz 250 kHz		Für S1 Für S2
Max. Tx-Tastverhältnis	100 % für S1 10 % für S2		Nur für S1 ist das Tastverhältnis 100 % bis zu einer höchsten Sendeleistung von 5 mW und beschränkt auf 1 % von 5 mW bis 25 mW
Tx-Chiprate	16 384 Chips pro Sekunde		
Max. Toleranz der Tx-Chiprate	Tx: $\pm 1,5 \%$		
Max. Tx-Jitter je Übergang	$\pm 5 \mu\text{s}$		
Max. Empfindlichkeit	–95 dBm typisch –80 dB mindestens		Sendeprüfung ^b BER: 10^{-4}
Min. Toleranz der Rx-Chiprate	$\pm 2 \%$		