

**DIN EN 13757-4**

ICS 33.200; 35.100.10; 35.100.20

Einsprüche bis 2011-11-26  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 13757-4:2005-10**Entwurf****Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung –  
Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern im  
SRD-Band);****Deutsche Fassung prEN 13757-4:2011**

Communication systems for meters and remote reading of meters –  
Part 4: Wireless meter (Radio meter reading for operation in SRD bands);  
German version prEN 13757-4:2011

Systèmes de communication et de télérelevé des compteurs –  
Partie 4: Echange de données des compteurs par radio (Lecture de compteurs dans la  
bande SRD);

Version allemande prEN 13757-4:2011

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-09-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und  
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nhrs@din.de](mailto:nhrs@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann  
im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter  
[www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs) im DIN, 10772 Berlin  
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten  
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 68 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs) im DIN  
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE  
Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13757-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 294 „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war hierfür der Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRs), Arbeitsausschuss NA 041-03-66 AA „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung (SpA CEN/TC 294)“ zuständig.

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 13757-4:2005-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) neue Betriebsart C hinzugefügt;
- b) neue Betriebsart F hinzugefügt;
- c) neue Betriebsart N hinzugefügt;
- d) für alle Betriebsarten: genaue Definition des Zeitregimes für bidirektionale Kommunikation;
- e) neues Telegrammformat B hinzugefügt;
- f) Synchroner Übertragungen;
- g) optionale erweiterte Verbindungsschicht;
- h) redaktionelle Überarbeitung.

## **Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung — Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern im SRD-Band)**

*Communication systems for meters and remote reading of meters — Part 4: Wireless meter readout (Radio meter reading for operation in SRD bands)*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm  
Dokument-Untertyp:  
Dokument-Stage: CEN-Umfrage  
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.4c

## Inhalt

Seite

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort .....                                                                                                    | 5  |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                        | 6  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                   | 6  |
| 3 Allgemeines .....                                                                                              | 6  |
| 4 Betriebsart S .....                                                                                            | 12 |
| 5 Betriebsart T .....                                                                                            | 15 |
| 6 Betriebsart R2 .....                                                                                           | 19 |
| 7 Betriebsart C .....                                                                                            | 22 |
| 8 Betriebsart N .....                                                                                            | 25 |
| 9 Betriebsart F .....                                                                                            | 28 |
| 10 Verbindungsschicht .....                                                                                      | 29 |
| 11 Verbindung zu höheren Protokollschichten .....                                                                | 38 |
| Anhang A (informativ) Frequenzverteilung und Bandnutzung für das 868-MHz-Band .....                              | 45 |
| Anhang B (informativ) Flag, Zuweisung der „eindeutigen Anwender-/Herstellerkennung“,<br>Drei-Zeichen-Codes ..... | 46 |
| Anhang C (informativ) Telegrammbeispiele .....                                                                   | 47 |
| Anhang D (informativ) Beispiel für den vorhersagbaren Empfang synchroner Nachrichten .....                       | 53 |
| Anhang E (informativ) Zeitdiagramme .....                                                                        | 54 |
| Anhang F (informativ) Ablaufdiagramm für das Counter-Mode-Verfahren .....                                        | 64 |
| Anhang G (informativ) Struktur der erweiterten Verbindungsschichten .....                                        | 65 |
| Literaturhinweise .....                                                                                          | 66 |

## Bilder

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| Bild 1 — Zählerübertragungsarten .....                   | 10 |
| Bild 2 — Format des ersten Blocks .....                  | 30 |
| Bild 3 — Format des zweiten Blocks .....                 | 30 |
| Bild 4 — Format optionaler Blöcke .....                  | 30 |
| Bild 5 — Format des ersten Blocks .....                  | 31 |
| Bild 6 — Format des zweiten Blocks .....                 | 31 |
| Bild 7 — Format des optionalen Blocks .....              | 31 |
| Bild 8 — Datenformat des C Feldes .....                  | 32 |
| Bild 9 — Kommunikationssteuerungsfeld .....              | 40 |
| Bild 10 — Sitzungsnummernfeld .....                      | 41 |
| Bild 11 — Initialisierungsvektor von AES 128 (CTR) ..... | 42 |
| Bild 12 — Kurze Transportschicht .....                   | 43 |

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 13 — Lange Transportschicht .....                                                  | 44 |
| Bild A.1 — Frequenz und Leistungsverteilung im 868 MHz Band.....                        | 45 |
| Bild C.1 — Blockinhalt für das Format B in der Betriebsart C.....                       | 51 |
| Bild D.1 — Vorhersage des synchronen Übertragungszeitpunktes .....                      | 53 |
| Bild E.1 — Legende .....                                                                | 54 |
| Bild E.2 — Installationsablauf.....                                                     | 55 |
| Bild E.3 — Verbindung mit langer Adresse .....                                          | 56 |
| Bild E.4 — Verbindung mit kurzer Adresse .....                                          | 57 |
| Bild E.5 — Zeitüberschreitung, Mehrfachzugriffszyklus.....                              | 58 |
| Bild E.6 — Zugriffsanforderung .....                                                    | 59 |
| Bild E.7 — Betriebsart C, normale Übertragung .....                                     | 60 |
| Bild E.8 — Betriebsart C, Übertragung mit Repeater .....                                | 61 |
| Bild E.9 — Betriebsart C, unter Nutzung des Mehrfachzugriffszyklus .....                | 62 |
| Bild E.10 — Betriebsart C, schnelle oder langsame Ansprechverzögerung.....              | 63 |
| Bild F.1 — Ablaufdiagramm für AES-(128-)Verschlüsselung im Counter-Mode-Verfahren ..... | 64 |
| Bild F.2 — Ablaufdiagramm für AES (128 )Entschlüsselung im Counter-Mode-Verfahren ..... | 64 |
| Bild G.1 — Erweiterte Verbindungsschicht mit CI = 8Ch .....                             | 65 |
| Bild G.2 — Erweiterte Verbindungsschicht mit CI = 8Dh .....                             | 65 |

## Tabellen

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 — Zählerübertragungsart.....                                     | 8  |
| Tabelle 2 — Leistungsklassen der Sender .....                              | 11 |
| Tabelle 3 — Leistungsklassen der Empfänger.....                            | 12 |
| Tabelle 4 — Betriebsart S, allgemein .....                                 | 12 |
| Tabelle 5 — Betriebsart S, Sender .....                                    | 13 |
| Tabelle 6 — Betriebsart S, Empfänger .....                                 | 14 |
| Tabelle 7 — Betriebsart T, allgemein.....                                  | 15 |
| Tabelle 8 — Betriebsart T, Sender .....                                    | 15 |
| Tabelle 9 — Nur für Betriebsart T2, Empfänger .....                        | 17 |
| Tabelle 10 — Betriebsart T – Zähler sendet: „3-aus-6“-Datencodierung ..... | 18 |
| Tabelle 11 — Betriebsart R2, allgemein .....                               | 19 |
| Tabelle 12 — Betriebsart R2, Sender.....                                   | 20 |
| Tabelle 13 — Betriebsart R2, Empfänger .....                               | 21 |
| Tabelle 14 — Betriebsart C, allgemein .....                                | 22 |
| Tabelle 15 — Betriebsart C, Sender.....                                    | 22 |
| Tabelle 16 — Betriebsart C, Empfänger .....                                | 24 |
| Tabelle 17 — Betriebsart N, allgemein .....                                | 25 |
| Tabelle 18 — Betriebsart N, Frequenzen.....                                | 25 |
| Tabelle 19 — Betriebsart N, Modulation und Zeitregime.....                 | 26 |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 20 — Betriebsart N, Empfänger .....                                                    | 27 |
| Tabelle 21 — Betriebsart F, allgemein .....                                                    | 28 |
| Tabelle 22 — Betriebsart F, Parameter des Senders .....                                        | 28 |
| Tabelle 23 — Betriebsart F, Empfänger .....                                                    | 29 |
| Tabelle 24 — Funktionscodes des C-Feldes in von Primärstationen gesendeten Nachrichten .....   | 32 |
| Tabelle 25 — Funktionscodes des C-Feldes in von Sekundärstationen gesendeten Nachrichten ..... | 33 |
| Tabelle 26 — Höchstwerte des Nenn-Übertragungsintervalls .....                                 | 35 |
| Tabelle 27 — Zugriffsbereitschaft eines R-, S-, T-, C-, N- bzw. F-Zählers .....                | 37 |
| Tabelle 28 — CI-Feld .....                                                                     | 38 |
| Tabelle 29 — CI-Felder für die erweiterte Verbindungsschicht .....                             | 40 |
| Tabelle 30 — Verschlüsselung .....                                                             | 41 |

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN 13757-4:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 294 „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 13757-4:2005 ersetzen.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Parameter der Bitübertragungsschicht und der Verbindungsschicht für Systeme fest, die zur Fernablesung von Zählern über Funk dienen. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Verwendung von Funkanlagen mit geringer Reichweite (en: Short Range Devices, SRD) in freien Frequenzbändern. Diese Norm umfasst Vorbeigeh- und Vorbeifahrssysteme sowie feste Installationen. Sie kann weitgehend für unterschiedliche Anwendungsschichten angewendet werden.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

prEN 13757-3:2011, *Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung — Teil 3: Spezielle Anwendungsschicht*

EN 60870-5-1, *Fernwirkleinrichtungen und -systeme — Teil 5: Übertragungsprotokolle — Hauptabschnitt 1: Telegrammformate (IEC 60870-5-1:1990)*

EN 60870-5-2, *Fernwirkleinrichtungen und -systeme — Teil 5: Übertragungsprotokolle — Hauptabschnitt 2: Übertragungsverfahren der Verbindungsschicht (IEC 60870-5-2:1992)*

ISO/IEC 646, *Information technology — ISO 7-bit coded character set for information interchange*

CEPT/ERC/REC 70-03, *Relating to the use of short range devices (SRD)*

EU 2005/928/EG, *Amtsblatt der Europäischen Union, L 344/47, Entscheidung der Kommission vom 20. Dezember 2005 zur Harmonisierung des Frequenzbands 169,4-169,8125 MHz in der Gemeinschaft (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2005) 5503) (2005/928/EG)*

ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) — Short Range Devices (SRD) — Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW — Part 1: Technical characteristics and test methods*

ETSI EN 300 220-2, V2.3.1:2010, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) — Short Range Devices (SRD) — Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW — Part 2: Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive*

ETSI EN 301 489-1, V1.8.1:2008, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) — ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services — Part 1: Common technical requirements*

ETSI EN 301 489-3, V1.4.1:2002, *Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM) — ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services — Part 3: Specific conditions for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 40 GHz*

## 3 Allgemeines

### 3.1 Einleitung

Die „Zähler“ können mit „anderen“ Systemkomponenten kommunizieren, z. B. mit ortsveränderlichen Auslesegeräten, ortsfesten Empfängern, Datenspeichern oder Systemnetzwerkkomponenten. Für die Zählerseite wird vorausgesetzt, dass die Datenübertragung ohne manuellen Eingriff arbeitet bzw. während der Lebensdauer des Funkmoduls des Zählers kein Batteriewechsel erforderlich ist. Andere Bestandteile wie zum Beispiel eine ortsveränderliche Ablesevorrichtung oder ein ortsfestes Betriebsmittel können eine kürzere Batterielebensdauer besitzen oder eine externe Stromversorgung erfordern, die durch die technischen Parameter und die Anwendung vorgegeben sind.

Für die Kommunikation mit dem Zähler sind verschiedene Betriebsarten festgelegt. Viele Parameter der Bitübertragungsschicht und der Verbindungsschicht dieser unterschiedlichen Betriebsarten in diesem Dokument sind identisch und gestatten die Anwendung gemeinsamer Hard- und Software. Jedoch unterscheiden sich einige Parameter aufgrund der Betriebs- und technischen Erfordernisse dieser Betriebsarten.

Die Betriebsarten sind durch einen Buchstaben und eine Zahl bezeichnet. Der Buchstabe steht für eine Betriebsart und die Zahl dafür, ob diese Betriebsart eine unidirektionale (= 1) oder bidirektionale (= 2) Datenübertragung unterstützt.

- a) „Stationärer Betrieb“, Betriebsart S. Diese Betriebsart wird für die unidirektionale oder bidirektionale Datenübermittlung zwischen dem Zähler und einer ortsfesten oder ortsveränderlichen Einrichtung genutzt. Eine besondere Unterbetriebsart S1 nur für das Senden ist für ortsfeste batteriebetriebene Einrichtungen mit einem langen Nachrichtenkopf optimiert, und die Unterbetriebsart S1-m ist speziell für ortsveränderliche Empfänger vorgesehen.
- b) „Häufiger Sendebetrieb“, Betriebsart T. In dieser Betriebsart überträgt der Zähler ein sehr kurzes Telegramm (üblicherweise 3 ms bis 8 ms) im Abstand weniger Sekunden, um ein Auslesen des Zählerstandes im Vorbeigehen und/oder Vorbeifahren zu ermöglichen.

Unterbetriebsart T1 nur für das Senden. Hier erfolgt die Datenübermittlung von mindestens der Zähler-ID und dem Ablesewert, die regelmäßig gesendet werden.

In der bidirektionalen Unterbetriebsart T2 wird ein kurzes Telegramm häufig gesendet, wobei das Telegramm mindestens die eigene ID enthält und nach jeder Übermittlung für einen kurzen Zeitraum auf den Empfang einer Rückmeldung wartet. Nach dem Empfang der Rückmeldung wird ein bidirektionaler Übermittlungskanal geöffnet. Alternativ enthält das erste Telegramm auch die Ablesewerte, und die Rückmeldung ist ein Rückkanal, der nur für besondere Dienste genutzt wird.

- c) „Häufiger Empfangsbetrieb“, Betriebsart R. Für diese Betriebsart ist nur R2 relevant; R1 ergäbe keinen Sinn. Der Zähler lauscht in Abständen von wenigen Sekunden auf den Empfang einer Wecknachricht von einem ortsveränderlichen Sender-Empfänger. Nach dem Empfang einer derartigen Wecknachricht wird der Zähler für einen einige Sekunden dauernden Informationsaustausch mit dem auslösenden Sender-Empfänger vorbereitet. Der in dieser Betriebsart verwendete „Mehrkanal-Empfangsbetrieb“ erlaubt das gleichzeitige Abfragen mehrerer Zähler, wobei jeder einzelne einen eigenen Frequenzkanal nutzt.
- d) „Kompaktbetrieb“, Betriebsart C. Diese Betriebsart ist ähnlich der Betriebsart T, lässt jedoch eine Übertragung von mehr Daten innerhalb desselben Energiebudgets mit der gleichen relativen Einschalt-dauer zu. Sie unterstützt die Unterbetriebsarten C1 und C2 für unidirektionale und bidirektionale Einrichtungen. Sie eignet sich für das Auslesen im Vorbeigehen und/oder Vorbeifahren. Der Empfang von Telegrammen sowohl der Betriebsart T als auch der Betriebsart C mit demselben Empfänger ist möglich.
- e) „Schmalband-VHF“, Betriebsart N. Optimiert für den Schmalbandbetrieb im 169-MHz-Frequenzband, das für die Zählerablesung und einige weitere Dienste vorgesehen ist. Unterbetriebsarten nur für das Senden N1a-f sowie bidirektionale Unterbetriebsarten N2a-f. Der Bereich der Unterbetriebsarten kann mit Hilfe von Repeatern erweitert werden. Unterbetriebsart N2g ist unter anderem für die sekundäre Weitbereichskommunikation mittels Multi-Hop-Repeatern bestimmt, jedoch nicht darauf beschränkt.
- f) „Häufiger Empfangs- und Sendebetrieb“, Betriebsart F. Wird verwendet im 433-MHz-Frequenzband für die Weitbereichskommunikation. In den bidirektionalen Unterbetriebsarten F2-m lauscht der Zähler in Abständen von wenigen Sekunden auf den Empfang einer Wecknachricht von einem ortsfesten oder ortsveränderlichen Sender-Empfänger. Nach dem Empfang einer derartigen Wecknachricht wird der Zähler für einen einige Sekunden dauernden Informationsaustausch mit dem auslösenden Sender-Empfänger vorbereitet. Die bidirektionale Unterbetriebsart F2 sendet ein Telegramm und wartet für einen kurzen Zeitraum auf den Empfang einer Rückmeldung. Durch die Rückmeldung wird eine bidirektionale Kommunikation eröffnet.

Die Zähler oder anderen Datenübermittlungseinrichtungen können eine, mehrere oder alle beschriebenen Betriebsarten nutzen.

ANMERKUNG Zusätzliche Betriebsarten, die die Vermittlung von Daten unterstützen, sind in EN 13757-5 festgelegt.

## 3.2 Zählerübertragungsarten

Tabelle 1 beschreibt die Grundmerkmale für jede Betriebsart und Unterbetriebsart.

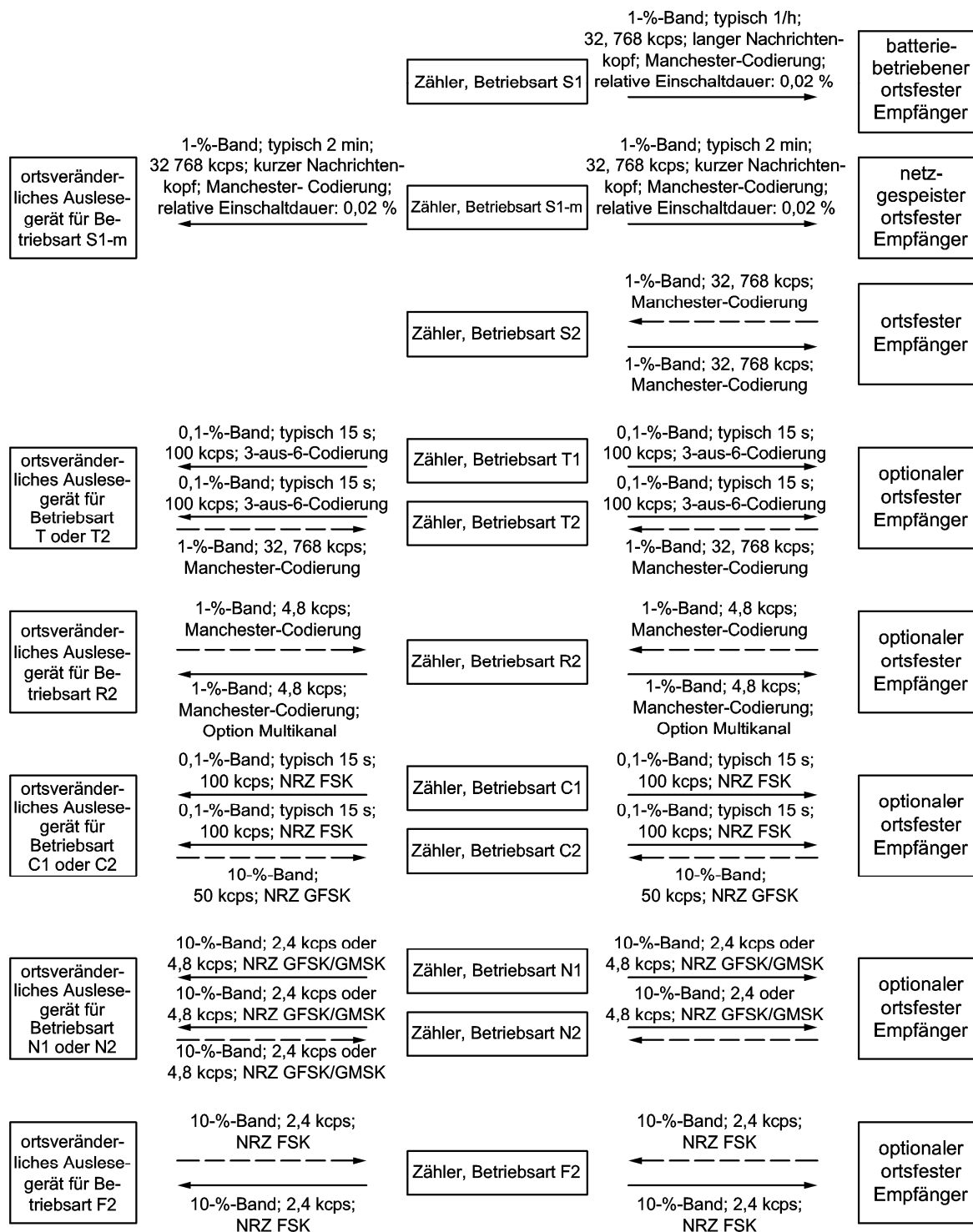
**Tabelle 1 — Zählerübertragungsart**

| Betriebs- und Unterbetriebsart | Richtung | Typische Anwendung                                                | Chiprate<br>kcps                                        | Höchste relative Einschalt-<br>dauer <sup>a</sup> | Daten-<br>codierung<br>und<br>Nachrichten-<br>kopf                              | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1                             | 1        | Nur sendende Zähler für ortsfeste Auslesung                       | 32,768                                                  | 0,02 % <sup>b</sup>                               | Manchester und langer Nachrichtenkopf                                           | Nur senden; überträgt einige Male am Tag an einen ortsfesten Empfangsort. Übertragung im Frequenzband mit 1 % relativer Einschaltdauer. Aufgrund des langen Nachrichtenkopfes auch für batteriesparende Empfänger geeignet.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| S1-m                           | 1        | Nur sendende Zähler für ortsveränderliche und ortsfeste Auslesung | 32,768                                                  | 0,02 % <sup>b</sup>                               | Manchester und kurzer Nachrichtenkopf                                           | Nur senden; überträgt mit einer Begrenzung der relativen Einschaltdauer von 0,02 % je Stunde an einen ortsveränderlichen oder ortsfesten Empfangsort. Übertragung im Frequenzband mit 1 % relativer Einschaltdauer. Benötigt einen ständig eingeschalteten Empfänger.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| S2                             | 2        | Alle Zählertypen. Ortsfeste Ablesung                              | 32,768                                                  | 1 %                                               | Manchester und kurzer Nachrichtenkopf oder optional langer Nachrichtenkopf      | Zählereinheit mit einem Empfänger, der ständig bereit ist oder synchronisiert arbeitet, ohne erweiterte Präambel für das Wecken. Auch einsetzbar für Knotentransponder oder Konzentratoren. Ein langer Nachrichtenkopf ist freigestellt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| T1                             | 1        | Häufige Übermittlung (kurzes Zählertelegramm)                     | 100                                                     | 0,1 %                                             | 3 bis 6 und kurzer Nachrichtenkopf                                              | Übertragung nur in kurzen Datenblöcken, typischerweise 3,8 ms im Abstand weniger Sekunden, im Frequenzband mit 0,1 % der relativen Einschaltdauer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| T2                             | 2        | Häufige Übermittlung (kurzes Zählertelegramm in zwei Richtungen)  | Zähler zu anderen: 100<br><br>Andere zum Zähler: 32,768 | 0,01 %<br><br>1 %                                 | 3 bis 6 und kurzer Nachrichtenkopf<br><br>Manchester und kurzer Nachrichtenkopf | Die Zählereinheit übermittelt regelmäßig wie Betriebsart T1, und ihr Empfänger wird nach Ende jeder Übertragung für eine kurze Dauer eingeschaltet und rastet ein, wenn er eine Rückmeldung (bei 32,768 kcps) erhält.<br><br>Weitere bidirektionale Übermittlung im 0,1-%-Frequenzband mit 100 kcps (Zähler sendet) und 32,768 kcps (Zähler empfängt) kann folgen. Es ist zu beachten, dass die Übermittlung vom Zähler zu den „anderen“ Komponenten die Bitübertragungsschicht der Betriebsart R1 nutzt, während die Parameter der Bitübertragungsschicht in umgekehrter Richtung mit der Betriebsart S2 übereinstimmen. |
| R2                             | 2        | Häufiger Empfang (lange Funkstrecken)                             | 4,8                                                     | 1 %                                               | Manchester und mittlerer Nachrichtenkopf                                        | Zählerempfänger mit einer möglichen Batteriesparschaltung, die erweiterte Präambel für das Wecken erfordert. Kann wahlweise bis zu 10 Frequenzkanäle mit hochgenauem Frequenzteilungsmultiplex aufweisen. Ansprechen des Zählers mit 4,8 kcps Wecksignal, gefolgt von einem 4,8-kcps-Nachrichtenkopf.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Tabelle 1 (fortgesetzt)**

| Betriebs- und Unterbetriebsart                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Richtung | Typische Anwendung                                                                                       | Chiprate kcps                                       | Höchste relative Einschalt-dauer <sup>a</sup>           | Daten-codierung und Nachrichten-kopf | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1        | Nur häufig sendende Zähler für ortsveränderliche oder ortsfeste Auslesung                                | 100                                                 | 0,1 %                                                   | NRZ + kurzer Nachrichtenkopf         | Nur senden; regelmäßig, in kurzen Datenblöcken <22 ms, innerhalb 0,1 % der relativen Einschalt-dauer im Frequenzband.                                                                                                                                                                                                                                       |
| C2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2        | Häufig sendende Zähler für ortsveränderliche oder ortsfeste Auslesung                                    | Zähler zu anderen: 100<br><br>Andere zum Zähler: 50 | Zähler zu anderen: 0,1 %<br><br>Andere zum Zähler: 10 % | NRZ + kurzer Nachrichtenkopf         | Die Zählereinheit sendet regelmäßig wie Betriebsart C1, und ihr Empfänger wird nach Ende jeder Übertragung für eine kurze Dauer eingeschaltet und rastet ein, wenn eine korrekte Präambel und ein korrektes Synchronisierwort festgestellt werden.<br><br>Vom Zähler empfangene Datentelegramme werden für Protokollaktualisierungen und Befehle verwendet. |
| N1a-f                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1        | Langstrecken-übertragung für ortsfeste Auslesung. Single-Hop-Repeater sind zulässig                      | 2,4 oder 4,8                                        | 10 % <sup>c</sup>                                       | NRZ                                  | Nur senden; übermittelt regelmäßig an einen ortsfesten Empfangsort.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| N2a-f                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2        | Langstrecken-kommunikation in zwei Richtungen für ortsfeste Auslesung. Single-Hop-Repeater sind zulässig | 2,4 oder 4,8                                        | 10 % <sup>c</sup>                                       | NRZ                                  | Die Zählereinheit sendet regelmäßig wie in Betriebsart N1, und ihr Empfänger wird nach Ende jeder Übertragung für kurze Zeit eingeschaltet und rastet ein, wenn eine korrekte Präambel und ein korrektes Synchronisierwort festgestellt werden.                                                                                                             |
| N2g                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2        | Langstrecken-kommunikation                                                                               | 19,2 (38,4 kb/s)                                    | 10 % <sup>c</sup>                                       | NRZ                                  | Sekundäre Kommunikation mit Multi-Hop-Repeater oder bidirektionale Kommunikation ähnlich wie bei Betriebsart N2a-f.                                                                                                                                                                                                                                         |
| F2-m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2        | Langstrecken-kommunikation in zwei Richtungen                                                            | 2,4                                                 | 10 % <sup>c</sup>                                       | NRZ                                  | Zählerempfänger mit einer möglichen Batteriesparschaltung, die erweiterte Präambel für das Wecken erfordert.                                                                                                                                                                                                                                                |
| F2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2        | Langstrecken-kommunikation in zwei Richtungen für ortsfeste Auslesung                                    | 2,4                                                 | 10 % <sup>c</sup>                                       | NRZ                                  | Die Zählereinheit sendet regelmäßig. Nach Ende jeder Übertragung wird ihr Empfänger für kurze Zeit eingeschaltet. Er rastet ein, wenn eine korrekte Präambel und ein korrektes Synchronisierwort festgestellt werden.                                                                                                                                       |
| Alle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          | Mehrfachbetriebsart                                                                                      |                                                     |                                                         |                                      | Eine Systemkomponente kann simultan, sequentiell oder mit Befehlen in mehr als einer Betriebsart arbeiten, solange sie alle Bedingungen der entsprechenden Betriebsart erfüllt.                                                                                                                                                                             |
| <sup>a</sup> Die Beschränkung der relativen Einschalt-dauer muss der Frequenzbandzuweisung entsprechen, die für den Betrieb in den entsprechenden Frequenzbändern nach CEPT/ERC/REC 70-03 festgelegt ist.<br><sup>b</sup> Die Gesamtbelegung des Kanals muss auf < 10 % begrenzt sein. Das bedeutet, dass die relative Einschalt-dauer je Zähler auf 0,02 % je Stunde zu begrenzen ist, wenn im Sendebereich 500 Zähler installiert sind.<br><sup>c</sup> Die Begrenzung der relativen Einschalt-dauer entspricht der Kommissionsentscheidung 2005/928/EG. |          |                                                                                                          |                                                     |                                                         |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Bild 1 veranschaulicht die Arbeitsweise zwischen den verschiedenen Betriebsarten und Komponenten.



ortsveränderlich

Zähler

ortsfest

Bild 1 — Zählerübertragungsarten

### 3.3 Leistungsklassen

Die Sender müssen mit einer von drei Sendeleistungen von niedrig, über mittel bis hoch arbeiten (siehe Tabelle 2).

Die maximal zulässige Sendeleistung für den Sender ist in CEPT/ERC/REC 70-03 E festgelegt oder unterliegt nationalen Regulierungen.

Ist ein Empfänger vorhanden, muss dessen Betriebsverhalten hinsichtlich Empfindlichkeit und Sperrvermögen zu einer von drei Leistungsklassen von niedrig, über mittel bis hoch reichen (siehe Tabelle 3).

Die Klassen der Empfänger und Sender bestimmen Leistung, Empfindlichkeit und Trennschärfe. Die Leistungsklassen von Sender und Empfänger dürfen unterschiedlich sein.

Die Sendeleistung ist als effektive Strahlungsleistung (ERP) nach 7.3 der ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010 zu messen.

Die maximal nutzbare Empfindlichkeit ist in leitungsgeführt nach 8.1 von EN 300 220-1, V2.3.1:2010 zu messen.

**Tabelle 2 — Leistungsklassen der Sender**

| Sender Klasse | Typische Anwendung            | Beschreibung            | Minimale ERP<br>$P_{erp}$                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $L_T$         | niedrigstes Leistungsvermögen | begrenzte Sendeleistung | -5 dBm (alle Betriebsarten außer N)<br>0 dBm (Betriebsart N)                                                                                                                                                                               |
| $M_T$         | mittleres Leistungsvermögen   | mittlere Sendeleistung  | 0 dBm (alle Betriebsarten außer N)<br>10 dBm (Betriebsart N)                                                                                                                                                                               |
| $H_T$         | höchstes Leistungsvermögen    | höchste Sendeleistung   | vom Zähler zu anderen +5 dBm (Betriebsart R, S, T, C)<br>vom Zähler zu anderen +3 dBm (Betriebsart F)<br>von anderen zum Zähler +8 dBm (Betriebsart R, S, T, C)<br>von anderen zum Zähler +7 dBm (Betriebsart F)<br>20 dBm (Betriebsart N) |

Tabelle 3 — Leistungsklassen der Empfänger

| Empfänger Klasse | Typische Anwendung            | Beschreibung                                       | Maximal nutzbare Empfindlichkeit $P_0$                                                   | Antennengewinn dBi $G_a$ |
|------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $L_R$            | niedrigstes Leistungsvermögen | begrenzte Empfindlichkeit, minimales Sperrvermögen | -80 dBm (Betriebsart R, S, T, C)<br>-90 dBm (Betriebsart N)<br>-105 dBm (Betriebsart F)  | a                        |
| $M_R$            | mittleres Leistungsvermögen   | mittlere Empfindlichkeit, gutes Sperrvermögen      | -90 dBm (Betriebsart R, S, T, C)<br>-100 dBm (Betriebsart N)<br>-110 dBm (Betriebsart F) | a                        |
| $H_R$            | höchstes Leistungsvermögen    | beste Empfindlichkeit, bestes Sperrvermögen        | siehe Tabelle 6, Tabelle 13, Tabelle 16, Tabelle 20 und Tabelle 23                       | a                        |

<sup>a</sup> Siehe Abschnitt 8.1; zu integrierten oder zugewiesenen Antennen siehe E.2 in EN 300 220-1 V.2.3.1 (2010).

## 4 Betriebsart S

### 4.1 Betriebsart S: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 selbst dann entsprechen, wenn eine Anwendung einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordert. Die speziellen Anforderungen an die relative Einschaltdauer für das Frequenzband sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4 — Betriebsart S, allgemein

| Kenngroßen                                               | min.  | typisch | max.  | Einheit |
|----------------------------------------------------------|-------|---------|-------|---------|
| Frequenzband <sup>a</sup>                                | 868,0 | 868,3   | 868,6 | MHz     |
| Sender, relative Einschaltdauer S2 <sup>b</sup>          |       | 0,02    | 1     | %       |
| Sender, relative Einschaltdauer S1 und S1-m <sup>c</sup> |       |         | 0,02  | %       |

<sup>a</sup> Diese Europäische Norm ist für das Frequenzband von 868 MHz bis 870 MHz optimiert, wobei mit einer entsprechenden Sendegenehmigung auch andere Frequenzbänder genutzt werden könnten.

<sup>b</sup> Die relative Einschaltdauer entspricht der in ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010 festgelegten.

<sup>c</sup> Die relative Einschaltdauer ist auf 0,02 % je Stunde begrenzt, um die Gesamtbelegung des Kanals einzuschränken, siehe Tabelle 1, Fußnote b.

ANMERKUNG Zu weiteren Informationen hinsichtlich Frequenzverteilungs- und Bandnutzungsempfehlungen siehe die Graphik in Anhang A.

## 4.2 Betriebsart S: Sender

Die Parameter für die Sender müssen Tabelle 5 entsprechen:

**Tabelle 5 — Betriebsart S, Sender**

| Kenngröße                                                                   | Betriebsart | Symbol            | min.                  | typisch                      | max.                  | Einheit       | Anmerkung                      |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|
| Mittenfrequenz (nur sendende Zähler, Unterbetriebsart S1)                   |             |                   | 868,25                | 868,30                       | 868,35                | MHz           | $\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm) |
| Mittenfrequenz (andere und Betriebsart S2)                                  |             |                   | 868,278               | 868,300                      | 868,322               | MHz           | $\sim 25 \times 10^{-6}$ (ppm) |
| FSK-Hub                                                                     |             |                   | $\pm 40$              | $\pm 50$                     | $\pm 80$              | kHz           |                                |
| Chiprate beim Senden                                                        |             | $f_{\text{chip}}$ |                       | 32,768                       |                       | kcps          |                                |
| Zulässige Abweichung der Chiprate                                           |             |                   |                       |                              | $\pm 1,5$             | %             |                                |
| Digitale Bitunsicherheit (Jittern) <sup>a</sup>                             |             |                   |                       |                              | $\pm 3$               | $\mu\text{s}$ |                                |
| Datenübertragungsrate (Manchester) <sup>b</sup>                             |             |                   |                       | $f_{\text{chip}} \times 1/2$ |                       | b/s           |                                |
| Länge der Präambel einschl. Bit/Byte-Synchronisierung, für beide Richtungen | S2, S1-M    |                   | 48                    |                              |                       | chips         |                                |
| Länge der Präambel einschl. Bit/Byte-Synchronisierung                       | S1          | PL                | 576                   |                              |                       | chips         | Freigestellt für S2            |
| Länge des Nachspanns <sup>c</sup>                                           |             |                   | 2                     |                              | 8                     | chips         |                                |
| Ansprechverzögerung <sup>d</sup> (Übermittlung andere zum Zähler)           |             | $t_{\text{RO}}$   | 3                     |                              | 50                    | ms            |                                |
| FAC-Übertragungsverzögerung <sup>e g</sup>                                  | S2          | $t_{\text{TXD}}$  | $N \times 1000 - 0,5$ | $N \times 1000$              | $N \times 1000 + 0,5$ | ms            | $N = 2, 3, 4$ oder 5           |
| FAC-Zeitüberschreitung <sup>f</sup>                                         | S2          | $t_{\text{TO}}$   | 25                    |                              | 30                    | s             |                                |

<sup>a</sup> Die Bitunsicherheit (bit jitter) ist am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung zu messen.

<sup>b</sup> Jedes Bit muss durch zwei Chips codiert sein (Manchester-Codierung).

<sup>c</sup> Der Nachspann muss aus  $n = 1$  bis 4 „Einsen“ bestehen, d. h. die Folge der Chips ist  $n^*(01)$ .

<sup>d</sup> Ansprechverzögerung: Nach dem Senden eines Telegramms in der Betriebsart S2 muss der Empfänger in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung für den Empfang einer Antwort bereit und für die Dauer des Maximalwertes der Ansprechverzögerung empfangsbereit sein.

<sup>e</sup> FAC-Übertragungsverzögerung: Beschreibt die Zeitspanne, um die ein Zähler die erste Antwort auf eine von einer anderen Einrichtung empfangene Nachricht in Bezug auf die letzte Übertragung verzögern muss. Diese Verzögerung ist auch zwischen der ersten Antwort des Zählers und der nächsten wiederholten Antwort des Zählers sowie allen folgenden wiederholten Antworten während des Mehrfachzugriffszyklus (FAC) anzuwenden. Der Bezugszeitpunkt ist das Ende der Präambel (Ende der Synchronisierungsfolge) der Zählerübertragung. Zeitdiagramme siehe Anhang E.

<sup>f</sup> FAC-Zeitüberschreitung: Die Zeitspanne zwischen dem letzten erfolgreichen Empfang eines Telegramms von der anderen Einrichtung während des Mehrfachzugriffszyklus (FAC) und dem Zeitpunkt, an dem die Wiederholung der letzten Antwort des Zählers zu stoppen ist (Ende des Mehrfachzugriffszyklus).

<sup>g</sup> Der gewählte Zeitschlitz  $N$  muss für den gesamten Mehrfachzugriffszyklus gleich sein.

### 4.3 Betriebsart S: Empfänger

Die Parameter für den Empfänger müssen Tabelle 6 entsprechen:

**Tabelle 6 — Betriebsart S, Empfänger**

| Kenngröße                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Klasse | Symbol               | min. | typisch | max.    | Einheit   | Anmerkung |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------|---------|---------|-----------|-----------|
| Empfindlichkeit ( $BER < 10^{-2}$ )<br>oder Blockannahme-<br>rate $> 80\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $H_R$  | $P_O$                | -100 | -105    |         | dBm       |           |
| Sperrvermögen <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $L_R$  |                      | 3    |         |         | Kategorie |           |
| Sperrvermögen <sup>a c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $M_R$  |                      | 2    |         |         | Kategorie |           |
| Sperrvermögen <sup>a b c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $H_R$  |                      | 2    |         |         | Kategorie |           |
| Zulässige Abweichung der<br>Chiprate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |        | $D_{f \text{ chip}}$ |      |         | $\pm 2$ | %         |           |
| Chiprate (Zähler)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        | $f_{\text{chip}}$    |      | 32,768  |         | kcps      |           |
| <sup>a</sup> Empfängerkategorie nach ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010, 8.4.<br><sup>b</sup> Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse $H_R$ : Die Trennschärfe des benachbarten Bandes muss $> 40$ dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010, 8.3, gemessen wird.<br><sup>c</sup> Zusätzliche Anforderungen an Empfänger der Klassen $M_R$ und $H_R$ : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.8.1:2008, 9.2, festgelegten Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllen. |        |                      |      |         |         |           |           |

### 4.4 Betriebsart S: Datencodierung

#### 4.4.1 Betriebsart S: Manchester-Codierung

Bei dieser Betriebsart ist die Manchester-Codierung anzuwenden, die eine einfache Codierung/Decodierung zulässt und ein schmaleres Basisband belegt. Jedes Bit muss entweder als eine „10“-Chipfolge codiert werden, die eine „Null“ repräsentiert, oder als eine „01“-Chipfolge, die eine „Eins“ repräsentiert. Die niedrigere Frequenz muss einem Chipwert von „0“ entsprechen.

#### 4.4.2 Betriebsart S: Übertragungsreihenfolge der codierten Daten

Jedes Datenbyte ist mit dem höchstwertigen Bit zuerst zu übertragen. Die Reihenfolge von Mehrbyte-Feldern ist in Unterabschnitt 10.2 definiert.

#### 4.4.3 Betriebsart S: Chipfolgen der Präambel

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisierung) lauten:

$n \times (01) 0001110110 10010110$

mit  $n \geq 279$  für die Unterbetriebsart S1 (langer Nachrichtenkopf);

mit  $n \geq 15$  für die Unterbetriebsart S2 (kurzer Nachrichtenkopf);

mit  $n \geq 279$  für die Unterbetriebsart S2, optionaler langer Nachrichtenkopf.

Sämtliche Chips jedes Telegramms, einschließlich Präambel und Nachspann, müssen eine ununterbrochene Folge bilden. Im Anschluss an diese Präambel muss ein Telegramm des Formats A folgen.

**ANMERKUNG** In der Manchester-Codierung ist die Chipfolge 000111 ungültig; sie wird jedoch nahe dem Ende des Nachrichtenkopfes dazu verwendet, einem Empfänger zu ermöglichen, den Beginn einer neuen oder stärkeren Übertragung zu erkennen. Dies gilt selbst während des Empfangs einer schwächeren Übertragung. Dieser Effekt erlaubt eine effiziente Kommunikation auch in einem Kanal, in dem viele schwache Sender aus einem großen Bereich anderenfalls den Empfang eines näheren (stärkeren) Senders wirksam sperren könnten. Außerdem erlaubt es getakteten Empfängern, sicher zwischen dem Beginn eines gültigen Telegramms und der Erkennung einer zufälligen „Synchronsequenz“ innerhalb einer laufenden Übertragung zu unterscheiden.

## 5 Betriebsart T

### 5.1 Betriebsart T: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 selbst dann entsprechen, wenn einige Anwendungen einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordern. Die speziellen Anforderungen für Frequenzbänder sind in Tabelle 7 angegeben.

**Tabelle 7 — Betriebsart T, allgemein**

| Kenngroße                                                                                                                                                                                | Betriebsart | min.  | typisch | max.  | Einheit |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|---------|-------|---------|
| Frequenzband: Zähler zu anderen <sup>a</sup>                                                                                                                                             | T1, T2      | 868,7 | 868,95  | 869,2 | MHz     |
| Frequenzband: Andere zum Zähler <sup>a</sup>                                                                                                                                             | T2          | 868,0 | 868,3   | 868,6 | MHz     |
| <sup>a</sup> Diese Europäische Norm ist für das Band von 868 MHz bis 870 MHz ausgelegt, wobei mit einer entsprechenden Sendeerlaubnis auch andere Frequenzbänder genutzt werden könnten. |             |       |         |       |         |

**ANMERKUNG** Zu weiteren Informationen hinsichtlich Frequenz- und Sendeleistungsempfehlungen siehe die Graphik in Anhang A.

### 5.2 Betriebsart T: Sender

Die Parameter der Sender müssen Tabelle 8 entsprechen:

**Tabelle 8 — Betriebsart T, Sender**

| Kenngroße                                                                 | Betriebsart | Symbol             | min.     | typisch                               | max.     | Einheit | Anmerkung                      |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|----------|---------------------------------------|----------|---------|--------------------------------|
| Mittenfrequenz (Zähler zu anderen)                                        | T1, T2      |                    | 868,90   | 868,95                                | 869,00   | MHz     | $\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm) |
| Mittenfrequenz (andere zum Zähler)                                        | T2          |                    | 868,278  | 868,300                               | 868,322  | MHz     | $\sim 25 \times 10^{-6}$ (ppm) |
| FSK-Hub (Zähler zu anderen)                                               | T1, T2      |                    | $\pm 40$ | $\pm 50$                              | $\pm 80$ | kHz     |                                |
| FSK-Hub (Zähler zu anderen)                                               | T2          |                    | $\pm 40$ | $\pm 50$                              | $\pm 80$ | kHz     |                                |
| Chiprate beim Senden (Zähler zu anderen)                                  | T1, T2      | $f_{\text{chip2}}$ | 90       | 100                                   | 110      | kcps    |                                |
| Abweichung der Chiprate in Nachrichtenkopf + Telegramm (Zähler)           | T1, T2      | $D_{\text{chip}}$  |          | 0                                     | $\pm 4$  | %       |                                |
| Datenübertragungsrate <sup>a</sup> (Zähler zu anderen, 3-aus-6-Codierung) | T1, T2      | $f_{\text{chip2}}$ |          | $f_{\text{chip2}} \times \frac{2}{3}$ |          | b/s     |                                |
| Chiprate beim Senden (andere zum Zähler)                                  | T2          |                    |          | 32,768                                |          | kcps    |                                |

Tabelle 8 (fortgesetzt)

| Kenngröße                                                                   | Betriebsart | Symbol           | min.                  | typisch                               | max.                  | Einheit       | Anmerkung               |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------|-------------------------|
| Zulässige Abweichung der Chiprate (andere zum Zähler)                       | T2          |                  |                       |                                       | $\pm 1,5$             | %             |                         |
| Digitale Bitunsicherheit <sup>b</sup> (Jittern)                             | T2          |                  |                       |                                       | $\pm 3$               | $\mu\text{s}$ |                         |
| Datenübertragungsrate (andere zum Zähler, Manchester-Codierung)             | T2          |                  |                       | $f_{\text{chip}2} \times \frac{1}{2}$ |                       | b/s           |                         |
| Länge der Präambel einschl. Bit/Byte-Synchronisierung, für beide Richtungen | T1, T2      | PL               | 48                    |                                       |                       | chips         |                         |
| Länge des Nachspanns <sup>c</sup>                                           | T1, T2      |                  | 2                     |                                       | 8                     | chips         |                         |
| Ansprechverzögerung <sup>d</sup> (Übermittlung andere zum Zähler)           | T2          | $t_{\text{RO}}$  | 2                     |                                       | 3                     | ms            |                         |
| FAC-Übertragungsverzögerung <sup>e g</sup>                                  | T2          | $t_{\text{TxD}}$ | $N \times 1000 - 0,5$ | $N \times 1000$                       | $N \times 1000 + 0,5$ | ms            | $N = 2, 3, 4$<br>oder 5 |
| FAC-Zeitüberschreitung <sup>f</sup>                                         | T2          | $t_{\text{TO}}$  | 25                    |                                       | 30                    | s             |                         |

<sup>a</sup> Jedes Halbbyte (4 Bits) ist durch 6 Chips zu codieren, siehe Tabelle 10.

<sup>b</sup> Die Bitunsicherheit (bit jitter) ist am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung zu messen.

<sup>c</sup> Der Nachspann muss mindestens aus zwei abwechselnden Chips bestehen. Wenn das letzte Chip der CRC Null war, muss der Nachspann mindestens ein „10“-Wechsel, andernfalls ein „01“-Wechsel sein.

<sup>d</sup> Ansprechverzögerung: Nach dem Senden eines Telegramms einschließlich des Nachspanns muss der Empfänger in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung für den Empfang einer Antwort bereit sein. Der Empfänger muss nach dem Senden eines Telegramms mindestens für die Dauer des Maximalwertes der Ansprechverzögerung für eine mögliche Antwort empfangsbereit sein.

<sup>e</sup> FAC-Übertragungsverzögerung: Beschreibt die Zeitspanne, um die ein Zähler die erste Antwort auf eine von einer anderen Einrichtung empfangene Nachricht in Bezug auf die letzte Übertragung verzögern muss. Diese Verzögerung ist auch zwischen der ersten Antwort des Zählers und der nächsten wiederholten Antwort des Zählers sowie allen folgenden wiederholten Antworten während des Mehrfachzugriffszyklus (FAC) anzuwenden. Der Bezugszeitpunkt ist das Ende der Präambel (Ende der Synchronisierungsfolge) der Zählerübertragung. Zeitdiagramme siehe Anhang E.

<sup>f</sup> FAC-Zeitüberschreitung: Die Zeitspanne zwischen dem letzten erfolgreichen Empfang eines Telegramms von der anderen Einrichtung während des Mehrfachzugriffszyklus (FAC) und dem Zeitpunkt, an dem die Wiederholung der letzten Antwort des Zählers zu stoppen ist (Ende des Mehrfachzugriffszyklus).

<sup>g</sup> Der gewählte Zeitschlitz  $N$  muss für den gesamten Mehrfachzugriffszyklus gleich sein.

### 5.3 Nur für Betriebsart T2: Empfänger

Die Parameter für den Empfänger müssen Tabelle 9 entsprechen:

**Tabelle 9 — Nur für Betriebsart T2, Empfänger**

| Kenngröße                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Betriebsart/Klasse | Symbol           | min. | typisch | max.    | Einheit   | Anmerkung       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------|------|---------|---------|-----------|-----------------|
| Empfindlichkeit ( $BER < 10^{-2}$ ) oder Blockannahmerate $> 80\%$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $H_R$              | $P_o$            | -100 | -105    |         | dBm       |                 |
| Sperrvermögen <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $L_R$              |                  | 3    |         |         | Kategorie |                 |
| Sperrvermögen <sup>a c</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $M_R$              |                  | 2    |         |         | Kategorie |                 |
| Sperrvermögen <sup>a b</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $H_R$              |                  | 2    |         |         | Kategorie |                 |
| Zulässiger Bereich für die Chiprate im Nachrichtenkopf (andere)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | T1, T2             | $f_{chip}$       | 88   | 100     | 112     | kcps      | $\sim \pm 12\%$ |
| Zulässige Schwankung der Chiprate während Nachrichtenkopf und Telegramm (andere)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | T1, T2             | $D_{f\ chip}$    |      | 0       | $\pm 2$ | %         |                 |
| Chiprate (Zähler)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | T2                 | $f_{chip}$       |      | 32,768  |         | kcps      |                 |
| Zulässige Abweichung der Chiprate (Zähler)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | T2                 | $D_{f\ chip\ 2}$ |      | 0       | $\pm 2$ | %         |                 |
| <sup>a</sup> Empfängerkategorie nach ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010, 8.4.<br><sup>b</sup> Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse $H_R$ : Die Trennschärfe des benachbarten Bandes muss $> 40\text{ dB}$ sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V2.3.1:2010, 8.3, gemessen wird.<br><sup>c</sup> Zusätzliche Anforderungen an Empfänger der Klassen $M_R$ und $H_R$ : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.8.1:2008, 9.2, festgelegten Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllen. |                    |                  |      |         |         |           |                 |

### 5.4 Betriebsart T: Datencodierung

#### 5.4.1 Allgemeines

Für eine optimale schnelle Datenübertragung in den Betriebsarten T1 und T2 sind die vom Zähler zur Ableseeinrichtung (andere) zu übertragenden Daten mit der effektiven 3-aus-6-Codierung zu verschlüsseln. In der Betriebsart T2 darf die Ableseeinrichtung eine Nachricht an den Zähler zurücksenden. Diese Nachricht muss mit der Manchester-Codierung verschlüsselt werden (siehe 5.4.3).

#### 5.4.2 Betriebsart T – Zähler sendet: „3-aus-6“-Datencodierung

##### 5.4.2.1 Allgemeines

Für die Betriebsarten T1 und T2 ist die „3-aus-6“-Codierung anzuwenden, um im Vergleich zur Manchester-Codierung eine gesteigerte Leistungsfähigkeit zu erreichen. Eindeutige Codes sind für festgelegte Steuerfunktionen anzuwenden, z. B. Präambel, Beginn der Nachricht, usw. Die Codierung muss nach Tabelle 10 erfolgen.

Jedes 4-Bit-Halbbyte der Daten ist als ein 6-Bit-Wort zu codieren. Aus den 64 Kombinationen werden nur jene Wörter ausgewählt, die eine gleiche Anzahl von Nullen und Einsen besitzen und mindestens zwei Zustandswechsel ausführen.

Die niedrigere Frequenz muss einem Chipwert von „0“ entsprechen.

**Tabelle 10 — Betriebsart T – Zähler sendet: „3-aus-6“-Datencodierung**

| NRZ-Code | Dezimal | 6-Bit-Code | Dezimal | Zustandswechsel |
|----------|---------|------------|---------|-----------------|
| 0000     | 0       | 010110     | 22      | 4               |
| 0001     | 1       | 001101     | 13      | 3               |
| 0010     | 2       | 001110     | 14      | 2               |
| 0011     | 3       | 001011     | 11      | 3               |
| 0100     | 4       | 011100     | 28      | 2               |
| 0101     | 5       | 011001     | 25      | 3               |
| 0110     | 6       | 011010     | 26      | 4               |
| 0111     | 7       | 010011     | 19      | 3               |
| 1000     | 8       | 101100     | 44      | 3               |
| 1001     | 9       | 100101     | 37      | 4               |
| 1010     | 10      | 100110     | 38      | 3               |
| 1011     | 11      | 100011     | 35      | 2               |
| 1100     | 12      | 110100     | 52      | 3               |
| 1101     | 13      | 110001     | 49      | 2               |
| 1110     | 14      | 110010     | 50      | 3               |
| 1111     | 15      | 101001     | 41      | 4               |

#### 5.4.2.2 Betriebsart T – Zähler sendet: Übertragungsreihenfolge der codierten Daten

Die nach 3-aus-6 codierten Daten müssen mit dem höchstwertigen Bit (MSB = linkes Bit des 6-Bit-Codes) zuerst und dem höchstwertigen Halbbyte (MSN) zuerst übertragen werden.

Jedes Datenbyte ist stets mit dem höchstwertigen Bit zuerst zu übertragen.

Die Bytefolge der Mehrbyte-Felder ist in Abschnitt 10.2 festgelegt.

#### 5.4.2.3 Betriebsart T1 und T2 – Zähler sendet: Chipfolge der Präambel

Die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisierung) muss für diese Betriebsart  $n \times (01) 0000111101$  lauten, mit  $n \geq 19$ . Nach dieser Präambel muss ein Telegramm des Formats A folgen.

Die Chipfolge 0101010101 wurde für eine Übertragungspräambel reserviert, damit ein Empfänger die Abtastung mit maximaler Chiprate starten und aus diesen Mustern die tatsächliche Chiprate bestimmen kann. Ebenso stellt die hohe Anzahl der Zustandswechsel die beste Erkennung der Chiprate sicher. Innerhalb des Telegramms beträgt die maximale Anzahl aufeinanderfolgender Nullen oder Einsen vier, aber weder das Muster 00001111 noch das Muster 11110000 treten je in einer „3-aus-6“-codierten Chipfolge auf. Daher kann das Muster zur Synchronisierung angewendet werden.

Die Chipfolge 0101010101 wird niemals während einer normalen Chipfolge auftreten. Der Decoder darf diese verwenden, um die Belegung des Empfängers durch eine andere Übertragung zu erkennen. In diesem Fall muss der Empfänger die Untersuchung des aktuellen Telegramms beenden und die Erkennung eines neuen Telegramms beginnen. Diese Eigenschaft „Belegung erkannt“ erhöht die Kommunikationskapazität des Systems bei hoher Auslastung durch viele Benutzer.

### 5.4.3 Betriebsart T2 – andere senden: Manchester-Codierung

#### 5.4.3.1 Allgemeines

Für diese Betriebsart ist die Manchester-Codierung anzuwenden, die eine einfache Codierung/Decodierung zulässt und ein schmaleres Basisband belegt. Jedes Bit ist entweder als eine „10“-Chipfolge zu codieren, die eine „Null“ repräsentiert, oder als eine „01“-Chipfolge, die eine „Eins“ repräsentiert. Die niedrigere Frequenz muss einem Chipwert von „0“ entsprechen.

#### 5.4.3.2 Betriebsart T2 – andere senden: Übertragungsreihenfolge der codierten Daten

Jedes Datenbyte muss stets mit dem höchstwertigen Bit (MSB = most significant bit) zuerst übertragen werden.

Die Bytefolge der Mehrbyte-Felder ist in Abschnitt 10.2 festgelegt.

#### 5.4.3.3 Betriebsart T2 – andere senden: Chipfolgen der Präambel

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisierung)  $n * (01) 0001110110 10010110$  lauten, mit  $n \geq 15$ . Sämtliche Chips jedes Telegramms, einschließlich Präambel und Nachspann, müssen eine ununterbrochene Folge bilden. Nach dieser Präambel muss ein Telegramm des Formats A folgen.

**ANMERKUNG 1** In der Manchester-Codierung ist die Chipfolge 000111 ungültig, sie wird jedoch nahe dem Ende des Nachrichtenkopfes dazu verwendet, einem Empfänger zu ermöglichen, den Beginn einer neuen oder stärkeren Übertragung zu erkennen. Dies gilt selbst während des Empfangs einer schwächeren Übertragung. Dieser Effekt erlaubt eine effiziente Kommunikation auch in einem Kanal, in dem viele schwache Sender aus einem großen Bereich anderenfalls den Empfang eines näheren (stärkeren) Senders wirksam sperren könnten. Außerdem erlaubt er getakteten Empfängern, sicher zwischen dem Beginn eines gültigen Telegramms und der Erkennung zufälliger „Synchronsequenzen“ innerhalb einer laufenden Übertragung zu unterscheiden.

**ANMERKUNG 2** Die Datencodierung entspricht der in den Betriebsarten S und R angewendeten Codierung.

## 6 Betriebsart R2

### 6.1 Betriebsart R2: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 selbst dann entsprechen, wenn einige Anwendungen einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordern. Die speziellen Anforderungen für Frequenzband und Kanalabstand sind in Tabelle 11 angegeben.

#### 6.1.1 Betriebsart R2: Allgemeines

**Tabelle 11 — Betriebsart R2, allgemein**

| Kenngröße                                                                                                                                                                                | min.  | typisch | max.  | Einheit |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------|---------|
| Frequenzband <sup>a</sup>                                                                                                                                                                | 868,0 | 868,33  | 868,6 | MHz     |
| Kanalabstand <sup>a</sup>                                                                                                                                                                |       | 60      |       | kHz     |
| <sup>a</sup> Diese Europäische Norm ist für das Band von 868 MHz bis 870 MHz ausgelegt, wobei mit einer entsprechenden Sendeerlaubnis auch andere Frequenzbänder genutzt werden könnten. |       |         |       |         |

**ANMERKUNG** Zu weiteren Informationen hinsichtlich Frequenz- und Sendeleistungsempfehlungen siehe die Graphik in Anhang A.