

DIN EN 13757-4



ICS 33.200; 35.100.10; 35.100.20

Ersatz für
DIN EN 13757-4:2013-11**Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung –
Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern im
SRD-Band);****Deutsche Fassung EN 13757-4:2013**

Communication systems for meters and remote reading of meters –
Part 4: Wireless meter readout (Radio meter reading for operation in SRD bands);
German version EN 13757-4:2013

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 EN 13757-4:2013

Gesamtumfang 74 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 (EN 13757-4:2013) 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 EN 13757-4:2005 wurden die folgenden Änderungen vorgenommen:

- a) referenzierte Standards wurden auf die neueste Version aktualisiert;
- b) der Abschnitt Begriffe wurde eingeführt, siehe Abschnitt 3;
- c) Betriebsart C, eine kompakte Betriebsart mit einem effizienterem Datenformat wurde eingeführt, siehe Abschnitt 8;
- d) Betriebsart N, eine schmalbandige Betriebsart für den kürzlich freigegebenen dediziertem 169 MHz Band wurde eingeführt, siehe Abschnitt 9;
- e) Betriebsart F, ein häufiger Empfangsbetrieb für Langstreckenkommunikation im 433 MHz Band wurde eingeführt, siehe Abschnitt 10;
- f) die Definitionen für die Verbindungsschicht wurden in einen gemeinsamen Abschnitt verschoben, siehe Abschnitt 11. Dies umfasst sowohl das existierende Telegrammformat A als auch eine effizientere Kodierung mittels Telegrammformat B;
- g) Änderung des Adressfeldes von der Zähleradresse zur Senderadresse, siehe 11.5.6;
- h) Einführung von synchronisiertem/vorhersagbarem Zeitregime der Übertragung zur Reduktion des Stromverbrauchs, siehe 11.6;
- i) Einführung von Verbindungen zu höheren Protokollschichten, um die Entwicklung anderer Teile dieser Norm zu berücksichtigen, siehe Abschnitt 12. Es wird eine Erweiterung der Verbindungsschicht und einer Transportschicht eingeführt;
- j) informatives Beispiel für vorhersagbares Zeitregime wurde hinzugefügt, siehe Anhang D;
- k) informative Zeitdiagramme wurden hinzugefügt, siehe Anhang E.

Gegenüber DIN EN 13757-4:2013-11 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) in Tabelle 1, Spalte 5 der Zeile „T2“ wurde der Wert „0,01 %“ mit „0,1 %“ ersetzt;
- b) in Tabelle 1, Spalte 5 der Zeilen „F2-m“ und „F2“ wurde der Wert „10 %^c“ mit „10 %“ ersetzt;
- c) In Tabelle 8, Spalte 3 der Zeile „Abweichung der Chiprate in Nachrichtenkopf + Telegramm (Zähler)“ wurde „D_{chip}“ mit „D_{fchip}“ ersetzt;
- d) in Tabelle 8, Spalte 6 der Zeile „Abweichung der Chiprate in Nachrichtenkopf + Telegramm (Zähler)“ wurde „± 4“ mit „± 1“ ersetzt;
- e) in Tabelle 8, Spalte 5 der Zeile „Datenübertragungsrate (Zähler zu anderem Gerät, 3 aus 6-Codierung)“ wurde $2f_{chip2} \times 2/3$ mit „f_{chip} × 2/3“ ersetzt;
- f) in Tabelle 8, Spalte 8 der Zeile „FAC Übertragungs-verzögerung“ wurde „N = 2, 3, 4 oder 5“ mit „N = 2, 3, oder 5“ ersetzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13757-4: 2005-10, 2013-11

Deutsche Fassung

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)

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. Juni 2013 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, 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.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Abkürzungen	4
4 Allgemeines	6
5 Betriebsart S	14
6 Betriebsart T	17
7 Betriebsart R2	21
8 Betriebsart C	24
9 Betriebsart N	27
10 Betriebsart F	30
11 Verbindungsschicht	33
12 Verbindung zu höheren Protokollschichten	42
Anhang A (informativ) Frequenzverteilung und Bandnutzung für das 868-MHz-Band	50
Anhang B (informativ) Flag, Zuweisung der „eindeutigen Anwender-/Herstellerkennung“, Drei-Zeichen-Codes	51
Anhang C (informativ) Telegrammbeispiele	52
Anhang D (informativ) Beispiel für den vorhersagbaren Empfang synchroner Nachrichten	57
Anhang E (informativ) Zeitdiagramme	58
Anhang F (informativ) Ablaufdiagramm für das Counter-Mode-Verfahren	70
Anhang G (informativ) Struktur der erweiterten Verbindungsschicht	71
Literaturhinweise	72

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13757-4:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 294 „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2014 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 13757-4:2005.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Gegenüber EN 13757-4:2005 wurden die folgenden Hauptänderungen vorgenommen:

- referenzierte Standards wurden auf die neueste Version aktualisiert;
- der Abschnitt Begriffe wurde eingeführt, siehe Abschnitt 3;
- Betriebsart C, eine kompakte Betriebsart mit einem effizienterem Datenformat wurde eingeführt, siehe Abschnitt 8;
- Betriebsart N, eine schmalbandige Betriebsart für den kürzlich freigegebenen dedizierten 169 MHz Band wurde eingeführt, siehe Abschnitt 9;
- Betriebsart F, ein häufiger Empfangsbetrieb für Langstreckenkommunikation im 433 MHz Band wurde eingeführt, siehe Abschnitt 10;
- die Definitionen für die Verbindungsschicht wurden in einen gemeinsamen Abschnitt verschoben, siehe Abschnitt 11. Dies umfasst sowohl das existierende Telegrammformat A als auch eine effizientere Kodierung mittels Telegrammformat B;
- Änderung des Adressfeldes von der Zähleradresse zur Senderadresse, siehe 11.5.6;
- Einführung von synchronisiertem/vorhersagbarem Zeitregime der Übertragung zur Reduktion des Stromverbrauchs, siehe 11.6;
- Einführung von Verbindungen zu höheren Protokollschichten, um die Entwicklung anderer Teile dieser Norm zu berücksichtigen, siehe Abschnitt 12. Es wird eine Erweiterung der Verbindungsschicht und einer Transportschicht eingeführt;
- informatives Beispiel für vorhersagbares Zeitregime wurde hinzugefügt, siehe Anhang D;
- informative Zeitdiagramme wurden hinzugefügt, siehe Anhang E.

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

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 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 13757-1, *Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung — Teil 1: Datenaustausch*

EN 13757-3:2013, *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)*

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

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)*

ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012, *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, V2.4.1:2012, *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, V1.9.2:2011, *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 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

BER

(en: bit error rate)
Bitfehlerrate

3.1.2

Telegramm

(en: frame)
Übertragungseinheit der Verbindungsschicht

3.1.3

FSK

(en: frequency shift keying)
Frequenzumtastung

3.1.4

FFSK

(en: filtered frequency shift keying)
gefilterte Frequenzumtastung

3.1.5

GFSK

(en: gaussian frequency shift keying)
Gaußsche Frequenzumtastung

3.1.6

Individuelles Übertragungsintervall

exakte Zeitdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden synchronen oder periodischen Übertragungen, die sich bei jeder Übertragung ändert

3.1.7

Nachricht

Datensatz in der Anwendungsschicht

3.1.8

Nennübertragungsintervall

durchschnittliches individuelles Übertragungsintervall zwischen allen synchronen oder periodischen Nachrichten (neu, alt oder ohne Daten) für Funkzähler

3.1.9

NRZ

Non-Return-to-Zero

3.1.10

anderes Gerät

Endgerät, das Informationen mit dem Zähler austauscht

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Repeater ist kein anderes Gerät, da er keine Informationen austauscht sondern diese nur weiterleitet. Ein Multi Utility Controller ist ein anderes Gerät. Ein physikalischer Zähler kann diese Rolle übernehmen, wenn er zusätzliche Netzwerkfunktionen unterstützt.

3.1.11

PER

(en: packet error rate)
Paketfehlerrate

3.1.12

PN9

Neun Bit Pseudo-Zufallsmuster

Anmerkung 1 zum Begriff: Das PN9 muss entsprechend ITU-T Rec O.150 gestaltet sein.

3.2 Abkürzungen

CI	Steuerinformationsfeld
Ident.-Nr.	Identifikationsnummer (Seriennummer) (Teil der Zähleradresse)
Herst.	Herstellerabkürzung (Teil der Zähleradresse)
Ver.	Version (Teil der Zähleradresse)
Med.	Gerätetyp (en: Device Type) (Teil der Zähleradresse)
ACC	Zugriffsnummer (siehe EN 13757-3)
STS	Status (siehe EN 13757-3)
Konf.-Wort	Konfigurationswort (siehe EN 13757-3)

4 Allgemeines

4.1 Einleitung

Die „Zähler“ können mit „anderen“ Systemkomponenten kommunizieren, z. B. mit ortsveränderlichen Auslesegeräten, ortsfesten Empfängern, Datensammlern, Multi Utility Konzentratoren oder Systemnetzwerkkomponenten. Diese Geräte werden in diesem Dokument „anderes Gerät“ genannt. 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 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. Diese Betriebsart ist ebenfalls auf ortsfeste andere Geräte anwendbar.
- 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 Weitbereichs-kommunikation 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 aufbereitete Weiterleitung und die Vermittlung von Daten unterstützen, sind in EN 13757-5 festgelegt.

Die detaillierte Behandlung von Broadcast und Multicast Übertragungen ist in dieser Norm nicht spezifiziert. Die Übertragung ist als Multicast zu interpretieren, wenn keine erweiterte Verbindungsschicht oder Transportschicht genutzt wird.

4.2 Zählerübertragungsarten

Tabelle 1 beschreibt die Grundmerkmale für jede Betriebsart und Unterbetriebsart.

Tabelle 1 — Zählerübertragungsart

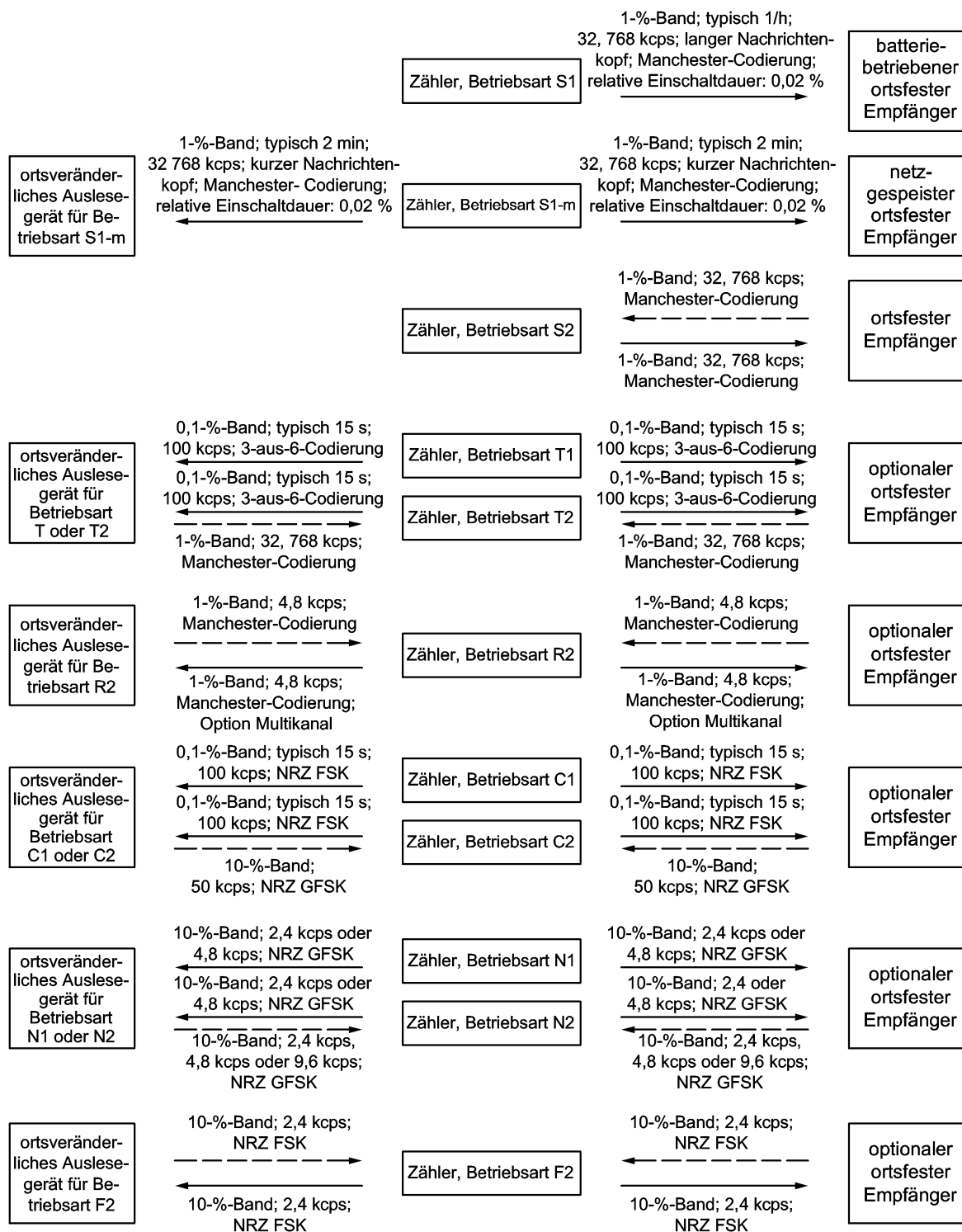
Betriebs- und Unterbetriebsart	Richtung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Höchste relative Einschalt- dauer ^a	Daten- codierung und Nachrichten- kopf	Beschreibung
S1	1	Ausschließlich sendende Zähler für ortsfeste Auslesung	32,768	0,02 % ^b	Manchester und langer Nachrichtenkopf	Nur senden; überträgt einige 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	Ausschließlich sendende Zähler für ortsveränderliche und ortsfeste Auslesung	32,768	0,02 % ^b	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	Nur senden; Übertragung nur in kurzen Datenblöcken, typischerweise 3 bis 8 ms im Abstand weniger Sekunden, im Frequenzband mit 0,1 % der relativen Einschaltdauer.
T2	2	Häufige Übermittlung (kurzes Zählertelegramm in beide Richtungen)	Zähler zu anderem Gerät: 100	0,1 %	3 bis 6 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.

Betriebs- und Unterbetriebsart	Richtung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Höchste relative Einschalt- dauer ^a	Daten- codierung und Nachrichten- kopf	Beschreibung
			Anderes Gerät zum Zähler: 32,768	1 %	Manchester und kurzer Nach- richtenkopf	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 T1 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 Nach- richtenkopf	Zählerempfänger mit einer möglichen Batteriesparschaltung, die erweiterte Präambel für das Wecken erfordert. Kann wahlweise bis zu 10 Frequenzkanäle mit hochgenauem Frequenz- teilungsmultiplex aufweisen. Ansprechen des Zählers mit 4,8 kcps Wecksignal, gefolgt von einem 4,8-kcps-Nachrichtenkopf.
C1	1	Häufig ausschließlich sendende Zähler für ortsver- änderliche oder ortsfeste Auslesung	100	0,1 %	NRZ + kurzer Nach- richtenkopf	Nur senden; regelmäßig, in kurzen Datenblöcken <22 ms, innerhalb 0,1 % der relativen Einschalt- dauer im Frequenzband.

Betriebs- und Unterbetriebsart	Richtung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Höchste relative Einschalt- dauer ^a	Daten- codierung und Nachrichten- kopf	Beschreibung
C2	2	Häufig sendende Zähler für ortsveränderliche oder ortsfeste Auslesung	Zähler zu anderem Gerät: 100 Anderes Gerät zum Zähler: 50	Zähler zu anderem Gerät: 0,1 % Anderes Gerät 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 Synchronisationswort festgestellt werden. Vom Zähler empfangene Datentelegramme werden für Protokollaktualisierungen und Befehle verwendet.
N1a-f	1	Langstreckenübertragung für ortsfeste Auslesung.	2,4 oder 4,8	10 % ^c	NRZ	Nur senden; übermittelt regelmäßig an einen ortsfesten Empfangsort.
N2a-f	2	Langstreckenkommunikation in beide Richtungen für ortsfeste Auslesung.	2,4 oder 4,8	10 % ^c	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 Synchronisationswort festgestellt werden.
N2g	2	Langstreckenkommunikation	9,6 (19,2 kbit/s)	10 % ^c	NRZ	Sekundäre Kommunikation mit Multi-Hop-Repeater oder bidirektionale Kommunikation ähnlich wie bei Betriebsart N2a-f.
F2-m	2	Langstreckenkommunikation in beide Richtungen	2,4	10 %	NRZ	Zählerempfänger mit einer möglichen Batteriesparschaltung, die erweiterte Präambel für das Wecken erfordert.
F2	2	Langstreckenkommunikation in beide Richtungen für ortsfeste Auslesung	2,4	10 %	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 Synchronisationswort festgestellt werden.

Betriebs- und Unter- betriebs- art	Rich- tung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Höchste relative Einschalt- dauer ^a	Daten- codierung und Nachrichten- kopf	Beschreibung
Alle		Mehrfach- betriebsart				Eine Systemkomponente kann simultan, sequentiell oder mit Befehlen in mehr als einer Betriebsart arbeiten, solange sie alle Bedingungen der entsprechenden Betriebsart erfüllt.
^a Die Beschränkung der relativen Einschaltdauer muss der Frequenzbandzuweisung entsprechen, die für den Betrieb in den entsprechenden Frequenzbändern nach CEPT/ERC/REC 70-03 festgelegt ist. ^b Die Gesamtbelegung des Kanals muss auf < 10 % begrenzt sein. Das bedeutet, dass die relative Einschaltdauer je Zähler auf 0,02 % je Stunde zu begrenzen ist, wenn im Sendebereich 500 Zähler installiert sind. ^c Die Begrenzung der relativen Einschaltdauer entspricht der Kommissionsentscheidung 2005/928/EG.						

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



ortsveränderlich

Zähler

ortsfest

Bild 1 — Zählerübertragungsarten

4.3 Leistungsklassen

Die Sender müssen mit einer von drei Sendeleistungsklassen 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 Leistungsklasse 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, V2.4.1:2012 zu messen.

Die maximal nutzbare Empfindlichkeit ist nach 8.1 von ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012 zu messen.

Tabelle 2 — Leistungsklassen der Sender

Sender Klasse	Typische Anwendung	Beschreibung	Minimale ERP P_{erp}
L_T	niedrigstes Leistungsvermögen	begrenzte Sendeleistung	-5 dBm (alle Betriebsarten außer N) 0 dBm (Betriebsart N)
M_T	mittleres Leistungsvermögen	mittlere Sendeleistung	0 dBm (alle Betriebsarten außer N) 10 dBm (Betriebsart N)
H_T	höchstes Leistungsvermögen	höchste Sendeleistung	vom Zähler zu anderem Gerät +5 dBm (Betriebsart R, S, T, C) vom Zähler zu anderem Gerät +3 dBm (Betriebsart F) von anderem Gerät zum Zähler +8 dBm (Betriebsart R, S, T, C) von anderem Gerät zum Zähler +7 dBm (Betriebsart F) 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) -90 dBm (Betriebsart N) -105 dBm (Betriebsart F)	a
M_R	mittleres Leistungsvermögen	mittlere Empfindlichkeit, gutes Sperrvermögen	-90 dBm (Betriebsart R, S, T, C) -100 dBm (Betriebsart N) -110 dBm (Betriebsart F)	a
H_R	höchstes Leistungsvermögen	beste Empfindlichkeit, bestes Sperrvermögen	siehe Tabelle 6, Tabelle 9, Tabelle 13, Tabelle 16, Tabelle 20 und Tabelle 23	a

^a Siehe 8.1; zu integrierten oder zugewiesenen Antennen siehe E.2 in ETSI EN 300 220-1 V.2.4.1 (2012).

5 Betriebsart S

5.1 Betriebsart S: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 Teile 1 und 2 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 ^a	868,0	868,3	868,6	MHz
Sender, relative Einschaltdauer S2 ^b		0,02	1	%
Sender, relative Einschaltdauer S1 und S1-m ^c			0,02	%

^a 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.

^b Die relative Einschaltdauer wie in ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012 festgelegt.

^c 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 Bild A.1.

5.2 Betriebsart S: Sender

Die Parameter für die Sender müssen Tabelle 5 entsprechen:

Tabelle 5 — Betriebsart S, Sender

Kenngröße	Betriebsart	Symbol	min.	Typ	max.	Einheit	Anmerkung
Mittenfrequenz (nur sendende Zähler, Unterbetriebsart S1)			868,25	868,30	868,35	MHz	$\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm)
Mittenfrequenz (anderes Gerät und Betriebsart S2)			868,278	868,300	868,322	MHz	$\sim 25 \times 10^{-6}$ (ppm)
FSK-Hub			± 40	± 50	± 80	kHz	
Chiprate beim Senden		f_{chip}		32,768		kcps	
Zulässige Abweichung der Chiprate					$\pm 1,5$	%	
Digitale Bitunsicherheit (Jittern) ^a					± 3	μs	
Datenübertragungsrate (Manchester) ^b				$f_{\text{chip}} \times \frac{1}{2}$		bit/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 ^c			2		8	chips	
Ansprechverzögerung ^d (Übermittlung anderes Gerät zum Zähler)		t_{RO}	3		50	ms	
FAC-Übertragungsverzögerung ^{e f}	S2	t_{TXD}	$N \times 1000 - 0,5$	$N \times 1000$	$N \times 1000 + 0,5$	ms	$N = 2, 3$ oder 5
FAC-Zeitüberschreitung ^g	S2	t_{TO}	25		30	s	

^a Die Bitunsicherheit (bit jitter) ist am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung zu messen.

^b Jedes Bit muss durch zwei Chips codiert sein (Manchester-Codierung).

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

^d Ansprechverzögerung: Der Empfänger muss für den Empfang einer Antwort in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung bereit sein und mindestens für die Dauer des Maximalwertes der Ansprechverzögerung empfangsbereit sein.

^e 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.

^f Der gewählte Zeitschlitz N muss für den gesamten Mehrfachzugriffszyklus gleich sein.

^g 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).

5.3 Betriebsart S: Empfänger

Die Parameter für den Empfänger müssen Tabelle 6 entsprechen:

Tabelle 6 — Betriebsart S, Empfänger

Kenngröße	Klasse	Symbol	min.	Typ	max.	Einheit	Anmerkung
Empfindlichkeit ($BER < 10^{-2}$) oder ($PER < 0.8$) ^a	H_R	P_O	-100	-105		dBm	
Sperrvermögen ^b	L_R		3			Kategorie	
Sperrvermögen ^{b c}	M_R		2			Kategorie	
Sperrvermögen ^{b c d}	H_R		2			Kategorie	
Zulässige Abweichung der Chiprate		$D_{f \text{ chip}}$			± 2	%	
Chiprate (Zähler)		f_{chip}		32,768		kcps	
^a Bei einer Telegrammgröße von 20 Byte. ^b Empfängerkategorie nach ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012, 4.1.1. ^c Zusätzliche Anforderungen an Empfänger der Klassen M_R und H_R : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.9.2:2011, 9.2, festgelegten Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllen. ^d Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse H_R : Die Trennschärfe des benachbarten Bandes muss > 40 dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012, 8.3, gemessen wird.							

5.4 Betriebsart S: Datencodierung

5.4.1 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.

5.4.2 Betriebsart S: Übertragungsreihenfolge der codierten Daten

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

5.4.3 Betriebsart S: Präambel und Synchronisationsmuster

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.

6 Betriebsart T

6.1 Betriebsart T: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 Teile 1 und 2 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.	Typ	max.	Einheit
Frequenzband: Zähler zu anderem Gerät ^a	T1, T2	868,7	868,95	869,2	MHz
Frequenzband: Anderes Gerät zum Zähler ^a	T2	868,0	868,3	868,6	MHz

^a 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 Bild A.1.

6.2 Betriebsart T: Sender

Die Parameter der Sender müssen Tabelle 8 entsprechen:

Tabelle 8 — Betriebsart T, Sender

Kenngroße	Betriebsart	Symbol	min.	Typ	max.	Einheit	Anmerkung
Mittenfrequenz (Zähler zu anderem Gerät)	T1, T2		868,90	868,95	869,00	MHz	$\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm)
Mittenfrequenz (anderes Gerät zum Zähler)	T2		868,278	868,300	868,322	MHz	$\sim 25 \times 10^{-6}$ (ppm)
FSK-Hub (Zähler zu anderem Gerät)	T1, T2		± 40	± 50	± 80	kHz	
FSK-Hub (Zähler zu anderem Gerät)	T2		± 40	± 50	± 80	kHz	
Chiprate beim Senden (Zähler zu anderem Gerät)	T1, T2	f_{chip2}	90	100	110	kcps	
Abweichung der Chiprate in Nachrichtenkopf + Telegramm (Zähler)	T1, T2	$D_{f\text{chip}}$		0	± 1	%	
Datenübertragungsrate ^a (Zähler zu anderem Gerät, 3-aus-6-Codierung)	T1, T2	f_{chip2}		$f_{\text{chip}} \times \frac{2}{3}$		bit/s	
Chiprate beim Senden (anderes Gerät zum Zähler)	T2			32,768		kcps	

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

^a Jedes Halbbyte (4 Bits) ist durch 6 Chips zu codieren, siehe Tabelle 10.

^b Die Bitunsicherheit (bit jitter) ist am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung zu messen.

^c 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.

^d Ansprechverzögerung: Der Empfänger muss für den Empfang einer Antwort in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung bereit sein und mindestens für die Dauer des Maximalwertes der Ansprechverzögerung empfangsbereit sein (bezogen auf das Ende der vorherigen Übertragung).

^e FAC-Übertragungsverzögerung: Beschreibt die Zeitspanne, um die ein Zähler die erste Antwort auf eine von einem anderen Gerät 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.

^f Der gewählte Zeitschlitz N muss für den gesamten Mehrfachzugriffszyklus gleich sein.

^g FAC-Zeitüberschreitung: Die Zeitspanne zwischen dem letzten erfolgreichen Empfang eines Telegramms vom anderen Gerät während des Mehrfachzugriffszyklus (FAC) und dem Zeitpunkt, an dem die Wiederholung der letzten Antwort des Zählers zu stoppen ist (Ende des Mehrfachzugriffszyklus).

6.3 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.	Typ	max.	Einheit	Anmerkung
Empfindlichkeit ($BER < 10^{-2}$) oder ($PER < 0,8$) ^a	H_R	P_o	-100	-105		dBm	
Sperrvermögen ^b	L_R		3			Kategorie	
Sperrvermögen ^{b c}	M_R		2			Kategorie	
Sperrvermögen ^{b c d}	H_R		2			Kategorie	
Zulässiger Bereich für die Chiprate im Nachrichtenkopf (anderes Gerät)	T1, T2	f_{chip}	88	100	112	kcps	$\sim \pm 12 \%$
Zulässige Schwankung der Chiprate während Nachrichtenkopf und Telegramm (anderes Gerät)	T1, T2	$D_{f \text{ chip}}$		0	± 2	%	
Chiprate (Zähler)	T2	f_{chip}		32,768		kcps	
Zulässige Abweichung der Chiprate (Zähler)	T2	$D_{f \text{ chip } 2}$		0	± 2	%	

^a Bei einer Telegrammgröße von 20 Byte.

^b Empfängerkategorie nach ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012, 4.1.1.

^c Zusätzliche Anforderungen an Empfänger der Klassen M_R und H_R : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.9.2:2011, 9.2, festgelegten Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllen.

^d Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse H_R : Die Trennschärfe des benachbarten Bandes muss > 40 dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V2.4.1:2012, 8.3, gemessen wird.

6.4 Betriebsart T: Datencodierung

6.4.1 Allgemeines

Für eine optimale schnelle Datenübertragung in den Betriebsarten T1 und T2 sind die vom Zähler zur Ableseeinrichtung (anderes Gerät) 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 6.4.3).

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

6.4.2.1 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

6.4.2.2 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 11.2 festgelegt.

6.4.2.3 Betriebsart T1 und T2 – Zähler sendet: Präambel und Synchronisationsmuster

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.

6.4.3 Betriebsart T2 – anderes Gerät sendet: Manchester-Codierung

6.4.3.1 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.

6.4.3.2 Betriebsart T2 – anderes Gerät sendet: 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 11.2 festgelegt.

6.4.3.3 Betriebsart T2 – anderes Gerät sendet: Präambel und Synchronisationsmuster

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisierung) $n \times (01) 0001110110 10010110$ 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 Synchronisierungssequenzen innerhalb einer laufenden Übertragung zu unterscheiden.

ANMERKUNG 2 Die Datencodierung entspricht der in den Betriebsarten S und R2 angewendeten Codierung.

7 Betriebsart R2

7.1 Betriebsart R2: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220 Teile 1 und 2 selbst dann entsprechen, wenn einige Anwendungen einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordern. Die speziellen Anforderungen für Frequenzband und Kanalabstand sind in Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11 — Betriebsart R2, allgemein

Kenngröße	min.	Typ	max.	Einheit
Frequenzband ^a	868,0	868,33	868,6	MHz
Kanalabstand ^a		60		kHz
^a 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 Bild A.1.