

DIN EN 13757-4

ICS 33.200; 35.100.10; 35.100.20

**Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung –
Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern im
SRD-Band von 868 MHz bis 870 MHz);
Deutsche Fassung EN 13757-4:2005**

Communication systems for meters and remote reading of meters –
Part 4: Wireless meter readout (Radio meter reading for operation in the 868 MHz to
870 MHz SRD band);
German version EN 13757-4:2005

Systèmes de communication et de télérelevé des compteurs –
Partie 4: Echange de données des compteurs par radio (Lecture de compteurs dans la
bande SRD 868 MHz à 870 MHz);
Version allemande EN 13757-4:2005

Gesamtumfang 34 Seiten

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde im Technischen Komitee CEN/TC 294 „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ (Sekretariat: Schweiz) erarbeitet.

Für die Deutsche Fassung ist der NHRS NA 041-03-66 AA „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ im Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. zuständig.

ICS 33.200; 35.100.10; 35.100.20

Deutsche Fassung

**Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung —
Teil 4: Zählerauslesung über Funk (Fernablesung von Zählern
im SRD-Band von 868 MHz bis 870 MHz)**

Communication systems for meters and remote reading of
meters —

Part 4: Wireless meter readout (Radio meter reading for
operation in the 868 MHz to 870 MHz SRD band)

Systèmes de communication et de télérelevé des
compteurs —

Partie 4: Echange de données des compteurs par radio
(Lecture de compteurs dans la bande SRD 868 MHz à 870
MHz)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Februar 2005 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 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Allgemeines	5
4 Betriebsart S	9
5 Betriebsart T	14
6 Betriebsart R2	21
7 Alle Betriebsarten: Verbindung zu höheren Protokoll-Schichten	25
Anhang A (informativ) Frequenzverteilung und Bandnutzung	26
Anhang B (informativ) Flag, Bezeichnung der „eindeutigen Anwender-/Herstellerkennung“, Drei-Zeichen-Codes	27
Anhang C (informativ) Betriebsart S – Beispiel	28
Anhang D (informativ) Betriebsart T1 – Beispiel	30
Literaturhinweise	32

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13757-4:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 294 „Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung spätestens bis Dezember 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen spätestens bis Dezember 2005 zurückgezogen werden.

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Parameter der physikalischen Schicht 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 (SRD) im freien Frequenzband von 868 MHz bis 870 MHz. Diese Norm umfasst Systeme für eine Vorbeigeh-, Vorbeifahr- und feste Installation. 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).

EN 13757-3:2004, *Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung — Teil 3: Spezielle Anwendungsschicht*

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

EN 60870-5-2, *Fernwirkeinrichtungen 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 E, *Relating to the use of short range devices (SRD)*

ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM); Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD); Funkgeräte zur Verwendung im Frequenzbereich von 25 MHz bis 1 000 MHz mit Leistungspegeln bis zu 500 mW — Teil 1: Technische Kennwerte und Prüfverfahren*

ETSI EN 300 220-2, V1.3.1:2000, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM); Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD); Funkgeräte zur Verwendung im Frequenzbereich von 25 MHz bis 1 000 MHz mit Leistungspegeln bis zu 500 mW — Teil 2: Zusätzliche Parameter, die nicht für Konformitätszwecke vorgesehen sind*

ETSI EN 301 489-1, V1.4.1:2002, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM); Norm über die elektromagnetische Verträglichkeit (ERM) für Funkgeräte und –dienste — Teil 1: Technische Anforderungen*

ETSI EN 301 489-3, V1.3.1:2001, *Elektromagnetische Verträglichkeit und Funkspektrumangelegenheiten (ERM); Norm über die elektromagnetische Verträglichkeit (ERM) für Funkgeräte und –dienste — Teil 3: Spezifische Bedingungen für zwischen Frequenzen von 9 kHz und 40 GHz funktionierende Funkanlagen mit geringer Reichweite (SRD)*

3 Allgemeines

3.1 Einleitung

Die „Zähler“ können mit „anderen“ Systemkomponenten kommunizieren, z. B. mit ortsveränderlichen Ablesegeräten, ortsfesten Empfängern, Datenspeichern oder Systemnetzwerkkomponenten. Für die Zählerseite wird vorausgesetzt, dass die Datenübertragung ohne manuellen Eingriff arbeitet oder während der Lebensdauer des Funkmoduls des Zählers kein Batteriewechsel erforderlich ist. Andere Bestandteile wie beispielsweise 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 drei verschiedene Betriebsarten festgelegt. Viele Parameter der physikalischen Schicht 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 wie folgt:

- a) „stationärer Betrieb“, Betriebsart S wird für die einseitig gerichtete oder bidirektionale Datenübermittlung zwischen ortsfesten oder ortsveränderlichen Einrichtungen genutzt. Eine besondere Unterbetriebsart S1 nur für das Senden könnte für ortsfeste batteriebetriebene Einrichtungen mit einem langen Nachrichtenkopf optimiert werden 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 2 ms bis 5 ms) im Abstand weniger Sekunden, um ein Ablesen des Zählerstandes im Vorbeigehen und/oder Vorbeifahren zu ermöglichen.

Unterbetriebsart T1 nur für das Senden. Dies ist die Datenübermittlung von mindestens der Zähler-ID und des Ablesewertes, die regelmäßig oder unregelmäßig gesendet werden.

In der bidirektionalen Unterbetriebsart T2 wird häufig ein kurzes Telegramm gesendet, welches mindestens die eigene ID enthält, und bei der nach jeder Übermittlung für einen kurzen Zeitraum auf den Empfang einer Rückmeldung gewartet wird. Nach dem Empfang der Rückmeldung wird ein bidirektionaler Übermittlungskanal geöffnet.

- c) „häufiger Empfangsbetrieb“, Betriebsart R2. In dieser Betriebsart hört der Zähler in Abständen weniger Sekunden auf eine eingehende Wecknachricht von einem ortsveränderlichen Sender-Empfänger. Nach dem Empfang einer derartigen Wecknachricht wird der Zähler für einen mehrere 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.

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

3.2 Zählerübertragungsarten

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die Grundmerkmale für jede Betriebsart und Unterbetriebsart.

Tabelle 1 — Zählerübertragungsart

Betriebsart	Richtung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Relative Einschalt-dauer ^a (duty cycle)	Höchste relative Einschalt-dauer ^b	Daten-codierung Nachrichten-kopf	Beschreibung
S1	1	Nur sendende Zähler für die ortsfeste Fernablesung	32,768	1 %	0,02 %	Manchester + langer Nachrichtenkopf	Nur senden; überträgt einige Male je Tag zu einem ortsfesten Empfangspunkt. Übertragung im Frequenz-band mit 1 % relativer Einschalt-dauer. Auf Grund des langen Nachrichtenkopfes ist sie auch für batterie-sparende Empfänger geeignet.
S1-m	1	Nur sendende Zähler für die ortsveränderliche und ortsfeste Fernablesung	32,768	1 %	0,02 %	Manchester + kurzer Nachrichtenkopf	Nur senden; überträgt mit einer Begrenzung der relativen Einschalt-dauer von 0,02 % je Stunde zu einem ortsveränderlichen oder ortsfesten Empfangspunkt. Übertragung im Frequenzband mit 1 % relativer Einschalt-dauer. Benötigt einen ständig eingeschalteten Empfänger.
S2	2	Alle Zählertypen. Orts-feste Fernablesung	32,768	1 %		Manchester + 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 Zähler-telegramm)	100	0,1 %		3 bis 6 + kurzer Nachrichtenkopf	Übertragung nur in kurzen Datenblöcken < 5 ms im Abstand weniger Sekunden, innerhalb 0,1 % der relativen Einschalt-dauer im Frequenzband.
T2	2	Häufige Übermittlung (kurzes Zähler-telegramm in zwei Richtungen)	Zähler Tx: 100 Zähler Rx: 32,768	0,1 % 1 %		3 bis 6 + kurzer Nachrichtenkopf Manchester + kurzer Nachrichtenkopf	Die Zählereinheit übermittelt regelmäßig wie Betriebsart T1, und deren Empfänger wird nach dem Ende jeder Übertragung für eine kurze Dauer eingeschaltet und rastet ein, wenn er eine Rückmeldung (bei 32,768 kcps) erhält. 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 physikalische Schicht der Betriebsart T1 nutzt, während die Parameter der physikalischen Schicht in umgekehrter Richtung mit der Betriebsart S2 übereinstimmen.

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Betriebsart	Richtung	Typische Anwendung	Chiprate kcps	Relative Einschalt-dauer ^a (duty cycle)	Höchste relative Einschalt-dauer ^b	Daten-codierung Nachrichten-kopf	Beschreibung
R2	2	Häufiger Empfang (lange Funkstrecken)	4,8	1 %		Manchester + mittlerer Nachrichtenkopf	Zählerempfänger mit einer möglichen Batteriesparschaltung, die erweiterte Präambel für das Wecken erfordert. Wahlweise kann er bis zu 10 Frequenzkanäle mit hochgenauem Frequenzteilungsmultiplex besitzen. Ansprechen des Zählers mit 4,8 kcps Wecksignal, gefolgt von einem 4,8 kcps Nachrichten-kopf.
Alle		Mehrfachbetriebsart					Eine Systemkomponente kann simultan, sequentiell oder mit Kommandos in mehr als einer Betriebsart arbeiten, solange sie alle Bedingungen der entsprechenden Betriebsart erfüllt.

^a Die Beschränkung der relativen Einschalt-dauer (duty cycle) muss der Frequenzbandzuweisung entsprechen, die für den Betrieb in den SRD-Bändern von 868 MHz bis 870 MHz nach CEPT/ERC/REC 70-03 E festgelegt ist.

^b Die relative Einschalt-dauer jedes Zählers ist auf 0,02 % je Stunde begrenzt, um die Gesamtbelegung des Kanals bei einer Installation von 500 Zählern in einem Sendebereich auf weniger als 10 % zu begrenzen.

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

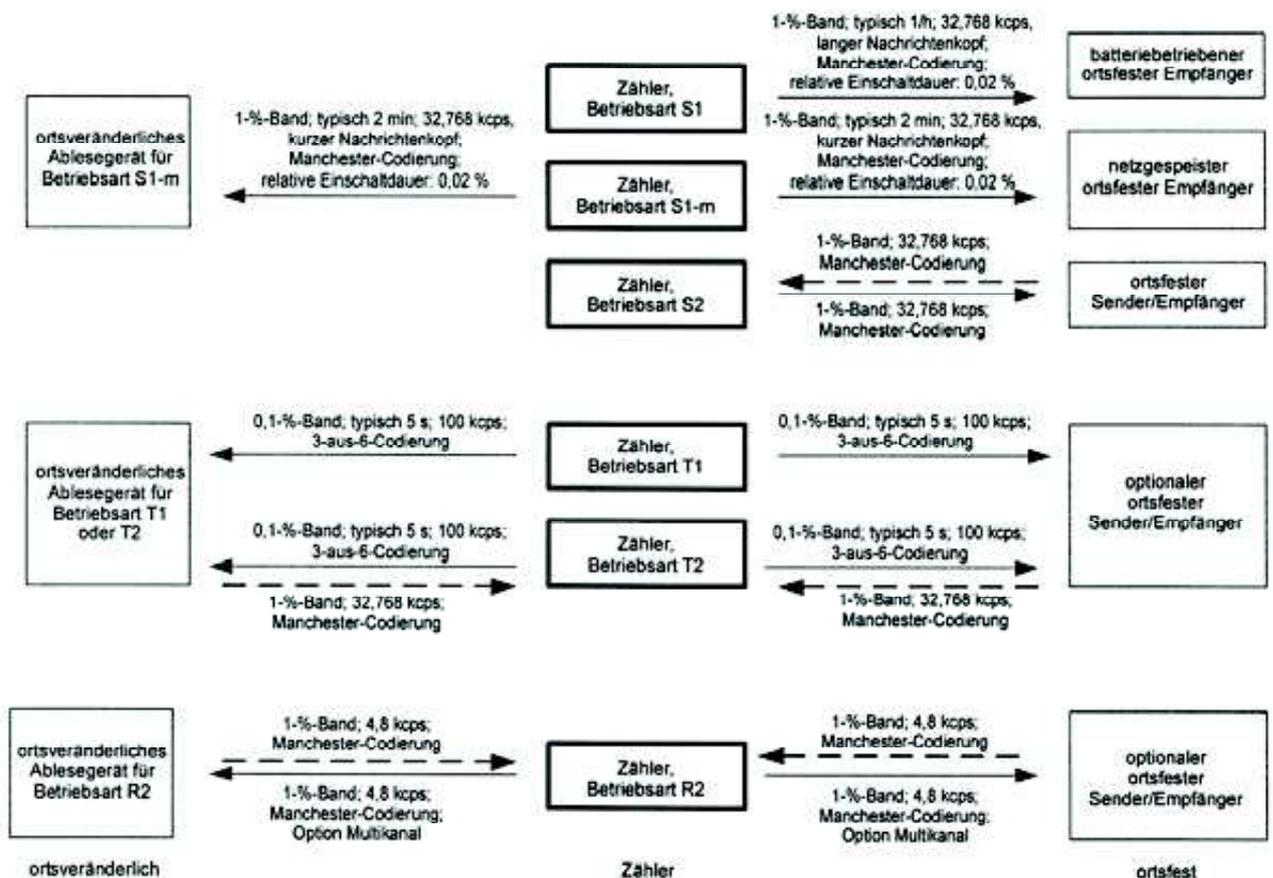


Bild 1 — Zählerübertragungsarten

3.3 Leistungsklassen

Die Sender müssen mit einer von drei Sendeleistungen von niedrig, über mittel bis hoch arbeiten.

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

Das Betriebsverhalten des Empfängers, sofern vorhanden, muss hinsichtlich Empfindlichkeit und Sperrvermögen zu drei Leistungsklassen von niedrig, über mittel bis hoch reichen.

Die Leistungsklassen von Sender und Empfänger dürfen unterschiedlich sein.

Beschreibung der Leistungsmerkmale — die Klassen der Empfänger und Sender bestimmen Leistung, Empfindlichkeit und Trennschärfe.

Die Sendeleistung ist als effektive Strahlungsleistung (ERP) nach 8.3 der ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000 zu messen.

Die maximal nutzbare Empfindlichkeit ist in leitungsgeführter Betriebsart nach 4.1 der ETSI EN 300 220-2, V1.3.1:2000 zu messen. Außerdem muss der Hersteller den Antennengewinn angeben, der nach ANSI C63.5 gemessen werden kann.

Tabelle 2 — Leistungsklassen der Sender

Sender Klasse	Typische Anwendung	Beschreibung	Minimale ERP P_{erp}
L_T	niedrigstes Leistungsvermögen	begrenzte Sendeleistung	- 5 dBm
M_T	mittleres Leistungsvermögen	mittlere Sendeleistung	0 dBm
H_T	höchstes Leistungsvermögen	höchste Sendeleistung	vom Zähler zu anderen + 5 dBm von anderen zum Zähler + 8 dBm

Tabelle 3 — Leistungsklassen der Empfänger

Empfänger Klasse	Typische Anwendung	Beschreibung	Maximal nutzbare Empfindlichkeit bei (BER 10^{-2}) ^a oder bei (Blockannahmerate > 80 %) ^b P_0	Antennengewinn dBi G_a
L_R	niedrigstes Leistungsvermögen	begrenzte Empfindlichkeit, minimales Sperrvermögen	- 80 dBm	c
M_R	mittleres Leistungsvermögen	mittlere Empfindlichkeit, gutes Sperrvermögen	- 90 dBm	c
H_R	höchstes Leistungsvermögen	beste Empfindlichkeit, bestes Sperrvermögen	siehe Tabellen 6, 10 und 15	c

^a In der Praxis muss die Empfindlichkeit in der leitungsgeführten Betriebsart nach 4.1 der EN 300 220-2, V1.3.1:2000 gemessen werden. Ein wichtiger Parameter für den Anwender ist die strahlungsgebundene Empfindlichkeit, die durch Kombinieren der leitungsgeführten Empfindlichkeit und des Antennengewinns eingeschätzt werden könnte.

^b Wenn die leitungsgeführte Betriebsart nicht möglich ist, sollte die Empfindlichkeit durch Senden eines Signals mit einer bekannten Feldstärke an den Empfänger nach 4.2 der EN 300 220-2, V1.3.1:2000 gemessen werden. Dadurch könnte die strahlungsgebundene Empfindlichkeit anhand der Blockannahmerate gemessen werden.

^c Der Wert des Antennengewinns muss vom Hersteller angegeben werden.

4 Betriebsart S

4.1 Betriebsart S: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220, Teil 1 und Teil 2, selbst dann entsprechen, wenn eine Anwendung einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordert.

Tabelle 4 — Betriebsart S, allgemein

Kenngößen	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 & S1-m ^c			0,02	%

^a Diese Europäische Norm ist für das Frequenzband von 868 MHz bis 870 MHz optimiert, obwohl mit einer entsprechenden Sendegenehmigung auch andere Frequenzbänder benutzt werden könnten, z. B. 433 MHz.

^b Die relative Einschaltdauer entspricht der in ETSI EN 300 220-1 festgelegten.

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

ANMERKUNG Siehe Anhang A mit Frequenzverteilung und Bandnutzung.

4.2 Betriebsart S: Sender

Die Parameter für die Sender müssen wie nachstehend in Tabelle 5 angegeben sein:

Tabelle 5 — Betriebsart S, Sender

Kenngröße	Betriebsart	Symbol	min.	typisch	max.	Einheit	Anmerkung
Mittelfrequenz (nur sendende Zähler, Unterbetriebsart S1)			868,25	868,30	868,35	MHz	$\sim 60 \times 10^{-6}$ (ppm)
Mittelfrequenz (andere und Betriebs- art 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					+1,5	%	
Digitale Bitunsicherheit (Jittern) ^a					± 3	us	
Datenübertragungsrate (Manchester) ^b				$f_{\text{chip}} \times \frac{1}{2}$		bps	
Länge der Präambel einschließlich Bit/Byte- synchronisation, für beide Richtungen	S2, S1-M		48			chips	
Länge der Präambel einschließlich Bit/Byte- synchronisation	S1	PL	576			chips	Freigestellt für S2
Länge des Nachspannc			2		8	chips	
Ansprechverzögerungd		tRO	3		50	ms	

^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 (postamble) muss aus $n = 1$ bis 4 „Einsen“ bestehen, d. h., die Folge der Chips ist $n^*(01)$.
^d 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 Antwortverzögerung empfangsbereit sein.

4.3 Betriebsart S: Empfänger

Tabelle 6 — Betriebsart S, Empfänger

Kenngroße	Klasse	Symbol	min.	typisch	max.	Einheit
Empfindlichkeit (BER < 10 ⁻²) oder Blockannahmerate >80 %	H_R	P_o	-100	- 105		dBm
Sperrvermögen ^a	L_R		3			Klasse
Sperrvermögen ^{a c}	M_R		2			Klasse
Sperrvermögen ^{a b c}	H_R		2			Klasse
Zulässige Abweichung der Chiprate		D_{fchip}			± 2	%
Chiprate (Zähler)		f_{chip}		32,768		kcps

^a Empfängerklasse nach 9.3 der ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000.

^b Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse H_R : Die Selektivität des benachbarten Bandes muss > 40 dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, 9.2 gemessen wird.

^c Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klassen M_R und H_R : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.4.1:2002, 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 (MSb = Most significant bit) zuerst zu übertragen.

Die Bytefolge für die zyklische Blockprüfung (CRC) muss mit dem höherwertigen Byte beginnend übertragen werden. Die Bytefolge für das Herstellerfeld ist mit dem niederwertigen Byte beginnend zu übertragen. Die Bytefolge der weiteren Mehrbyte-Felder ist in diesem Dokument nicht festgelegt. Solche Mehrbyte-Felder sollten mit dem niederwertigen Byte beginnend übertragen werden.

4.4.3 Betriebsart S: Chipfolgen der Präambel

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisation) 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.

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 sogar während des Empfangs einer schwächeren Übertragung. Dieser Fangeffekt erlaubt eine effiziente Kommunikation sogar 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.

ANMERKUNG 2 Die Datencodierung entspricht der in den Betriebsarten R2 und T2 angewendeten.

4.5 Betriebsart S: Verbindungsschicht

4.5.1 Allgemeines

Es ist die Verbindungsschicht FT3 nach EN 60870-5-1 anzuwenden.

4.5.2 Betriebsart S: Telegrammformat

4.5.2.1 Allgemeines

Das allgemeine Telegrammformat muss folgendermaßen beschaffen sein:

4.5.2.2 Betriebsart S: Erster Block

L-Feld	C-Feld	M-Feld	A-Feld	CRC-Feld
1 Byte	1 Byte	2 Bytes	6 Bytes	2 Bytes

Bild 2 — Betriebsart S: Format des ersten Blocks

4.5.2.3 Betriebsart S: Zweiter Block

CI-Feld	Daten	CRC-Feld
1 Byte	15 oder, wenn es der letzte Block ist, ((L-9) MOD 16) -1 Bytes	2 Bytes

Bild 3 — Betriebsart S: Format des zweiten Blocks

4.5.2.4 Betriebsart S: Optionale(r) Block/Blöcke

Daten	CRC
16 oder, wenn es der letzte Block ist, ((L-9) MOD 16)	2 Bytes

Bild 4 — Betriebsart S: Format des/der optionalen Blocks/Blöcke

4.5.3 Betriebsart S: Felddefinitionen

4.5.3.1 Allgemeines

Die in EN 60870-5-1 (L-Feld) und EN 60870-5-2 (C-Feld; M-Feld und A-Feld) definierten Felder sind in den nachstehenden Unterabschnitten festgelegt. Das A-Feld von EN 60870-5-2 entspricht der Verkettung des hier vorgestellten M-Feldes und A-Feldes.

4.5.3.2 Betriebsart S: Längenfeld (L-Feld)

Das erste Byte des ersten Blocks ist das Längenfeld. Das Feld legt die Anzahl der nachfolgenden Nutzerbytes fest, einschließlich der Steuer- und Adressbytes, aber nicht die CRC-Bytes. Wenn $((L-9) \text{ MOD } 16)$ nicht Null ist, dann muss der letzte Block $((L-9) \text{ MOD } 16)$ -Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten. Alle weiteren Blöcke, mit Ausnahme des ersten Blocks, müssen immer 16 Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten.

4.5.3.3 Betriebsart S: Steuerfeld (C-Feld)

Das zweite Byte des ersten Blocks ist das C-Feld. Es gibt den Telegrammtyp an. Nach EN 60870-5-2 sind die folgenden Codierungen für das C-Feld anzuwenden:

- für die Unterbetriebsart S1 (nur Senden) ist der Wert $C = 44_h$ des C-Feldes anzuwenden (Senden-/ohne Antwort);
- befindet sich der Zähler in der Installationsbetriebsart, dann:
 - muss für die bidirektionale Betriebsart S2 zur Anzeige dieser Betriebsart der Wert $C = 06_h$ des C-Feldes,
 - für die unidirektionale Betriebsart S1 zur Anzeige dieser Betriebsart der Wert $C = 46_h$ des C-Feldes angewendet werden.
- für die Unterbetriebsart S2 können alle Werte für das C-Feld nach EN 60870-5-2 angewendet werden.

4.5.3.4 Betriebsart S: Hersteller (M-Feld)

Das dritte und vierte Byte des ersten Blocks muss eine eindeutige Anwender-/Herstellerkennung des Zählers enthalten. Die 15 niedrigstwertigen Bits dieser beiden Bytes müssen durch einen 3-Zeichen-ISO-646-Code (A...Z) gebildet werden, wie in prEN 13757-3:2004, 5.5, festgelegt. Für die Verwaltung dieser 3-Zeichen-Codes siehe Anhang B.

Ist das höchstwertige Bit dieser zwei Bytes der Anwender-/Herstellerkennung gleich Null, dann muss die Adresse A eine eindeutige (fest codierte) Zähleradresse des Herstellers mit 6 Bytes sein. Für die weltweite Eindeutigkeit dieser 6 Bytes ist jeder Hersteller verantwortlich. Jede Art der Codierung oder Nummerierung, einschließlich Art/Version/Datum, darf angewendet werden, solange die ID eindeutig ist.

Ist das höchstwertige Bit dieses Zwei-Byte-Anwender-/Herstellerkennung ungleich Null, dann muss die 6-Byte-Adresse mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches des Systems (Soft-Adressierung) eindeutig sein. Diese Adressierung wird üblicherweise der Einrichtung zum Zeitpunkt der Installation zugewiesen wird. Solange diese eindeutigen Adressenanforderungen erfüllt sind, dürfen die verbleibenden Bytes für anwenderspezifische Zwecke verwendet werden.

4.5.3.5 Betriebsart S: Adresse (A-Feld)

Diese Adresse A muss eindeutig sein (mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches). Jeder Anwender/Hersteller muss die Eindeutigkeit dieser ID sicherstellen. Wenn dieses Protokoll zusammen mit der Anwendungsschicht nach prEN 13757-3 angewendet wird, und wenn das CI-Feld auf einen der Werte 72_h , 78_h oder $7A_h$ gesetzt wird, dann gilt Folgendes: das Feld A muss als Zeichengruppenverbindung der 'Identifikations-Nummer', 'Versions-Nummer' und 'Gerätetyp-Identifikation' wie in 5.4, 5.6 und 5.7 von prEN 13757-3:2004 festgelegt erzeugt werden.

4.5.3.6 Betriebsart S: Steuerinformation (CI-Feld)

Das erste Byte des zweiten Blocks ist das CI-Feld. Dieses CI-Feld legt den Protokolltyp und somit die Art der nachfolgenden Informationen fest. Der Wert des CI-Feldes muss wie in Tabelle 7 festgelegt sein:

Tabelle 7 — CI-Feld

CI-Wert	Bezeichnung	Bemerkungen
51 _h	Datenübertragung vom Ablesegerät zum Zähler ohne bestimmten Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
71 _h	Reserviert für Alarmbericht	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
72 _h	Anwendungsschicht EN 13757-3 mit vollständigem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
78 _h	Anwendungsschicht EN 13757-3 ohne Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
7A _h	Anwendungsschicht EN 13757-3:2002 mit kurzem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
81 _h	Weitergabeanwendungsschicht	Für zukünftige Entwicklung
82 _h	Für zukünftige Anwendungen	Für die Kompatibilität mit den Normen des CENELEC/TC 205
A0 _h –B7 _h	Herstellerspezifische Anwendungsschicht	

4.5.3.7 Betriebsart S: Zyklische Blockprüfung (CRC-Feld)

Die CRC muss aus den Informationen des vorhergehenden Blocks berechnet und entsprechend FT3 nach EN 60870-5-1 erzeugt werden. Die Gleichung ist:

Das CRC-Polynom lautet: $x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$

Der Anfangswert ist: 0

Von der endgültigen CRC wird das Komplement gebildet

5 Betriebsart T

5.1 Betriebsart T: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220, Teil 1 und Teil 2, selbst dann entsprechen, auch wenn einige Anwendungen einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordern.

Tabelle 8 — Betriebsart T, allgemein

Kenngroße	Betriebsart	min.	typisch	max.	Einheit
Frequenzband: Zähler zu anderen ^a	T1, T2	868,7	868,95	869,2	MHz
Frequenzband: Andere zum Zähler ^a	T2	868,0	868,3	868,6	MHz
Relative Einschaltdauer des Senders: Zähler zu anderen ^b	T1, T2			0,1	%
Relative Einschaltdauer des Senders: Andere zum Zähler ^b	T2			1	%
^a Diese Europäische Norm ist für das Band von 868 MHz bis 870 MHz ausgelegt, obwohl mit einer entsprechenden Sendeerlaubnis auch andere Frequenzbänder genutzt werden dürfen, z. B. 433 MHz. ^b Die relative Einschaltdauer entspricht der in ETSI EN 300 220-1 festgelegten.					

ANMERKUNG Für Empfehlungen zur Frequenz und Sendeleistung siehe die Grafiken in Anhang A.

5.2 Betriebsart T: Sender

Die Parameter der Sender müssen wie in Tabelle 9 aufgelistet sein:

Tabelle 9 — Betriebsart T, Sender

Kenngröße	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		± 40	± 50	± 80	kHz	
FSK-Hub: (Andere zum Zähler)	T2		± 40	± 50	± 80	kHz	
Chiprate beim Senden: (Zähler zu anderen)	T1, T2	f_{chip}	90	100	110	kcps	
Abweichung der Chiprate in Nachrichtenkopf + Telegramm: (Zähler)	T1, T2	D_{fchip}		0	± 1	%	
Datenübertragungsratea : Zähler zu anderen (3-aus-6-Codierung)	T1, T2			$f_{\text{chip}} \times 2/3$		bps	
Chiprate beim Senden: (Andere zum Zähler)	T2			32,768		kcps	
Zulässige Abweichung der Chiprate (Andere zum Zähler)	T2				$\pm 1,5$	%	
Digitale Bitunsicherheit (Jitter)b	T2				± 3	μs	
Datenübertragungsrate (Andere zum Zähler, Manchester-Codierung)	T2			$f_{\text{chip}} \times 1/2$		bps	
Länge der Präambel einschließlich Bit-/Byte- Synchronisation, für beide Richtungen	T1,T2	PL	48			chips	
Länge der Postambel (Nachspann)c	T1, T2		2		8	chips	
Bestätigungsverzögerungd	T2	t_{ACK}	2		3	ms	

^a Jedes Halbbyte (4 Bits) ist durch 6 Chips zu codieren, siehe Tabelle 11.

^b Die Bitunsicherheit (bit jitter) muss am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung gemessen werden.

^c Die Postambel (Nachspann) muss mindestens aus zwei abwechselnden Chips bestehen. Wenn das letzte Chip der CRC Null war, muss die Postambel mindestens ein „10“-Wechsel, anderenfalls ein „01“-Wechsel sein.

^d Bestätigungsverzögerung: Nach dem Senden eines Telegramms, einschließlich der Postambel, muss der Empfänger in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung für den Empfang einer Bestätigung bereit sein. Der Empfänger muss nach dem Senden eines Telegramms mindestens die Dauer der maximalen Antwortverzögerung für eine mögliche Bestätigung abwarten.

5.3 Nur für Betriebsart T2: Empfänger

Tabelle 10 — 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 ^a	L_R		3			Klasse	
Sperrvermögen ^{a c}	M_R		2			Klasse	
Sperrvermögen ^{a b c}	H_R		2			Klasse	
Zulässiger Bereich für die Chiprate im Nachrichtenkopf: (Andere)	$T1, T2$	fchip	88	100	112	kcps	~± 12 %
Zulässige Schwankung der Chiprate während Nachrichtenkopf und Telegramm: (Andere)	$T1, T2$	Dfchip		0	± 2	%	
Chiprate (Zähler)	$T2$	fchip		32,768		kcps	
Zulässige Toleranz der Chiprate (Zähler)	$T2$	Dfchip		0	± 2	%	

^a Empfängerklassen nach ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, 9.3.

^b Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse H_R : Die Selektivität des benachbarten Bandes muss > 40 dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, 9.1. und 9.2 gemessen wird.

^c Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klassen M_R und H_R : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.4.1:2002, 9.2 und EN 301 489-3, V1.3.1 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 Ableseinrichtung (andere) zu übertragene Daten mit der effektiven 3-aus-6-Codierung zu verschlüsseln. In der Betriebsart T2 darf die Ableseinrichtung 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 wie in Tabelle 11 festgelegt erfolgen.

Jedes 4-Bit-Halbbyte der Daten ist als ein 6-Bit-Wort zu codieren. Aus einer Kombination von 64 werden nur jene Wörter ausgewählt, die eine gleiche Anzahl von Nullen und Einsen besitzen und mindestens 2 Zustandswechsel ausführen.

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

Tabelle 11 — Betriebsart T – Zähler sendet: „3-aus-6“-Codierung

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 für die CRC muss mit dem höherwertigen Byte beginnen. Die Bytefolge für das Herstellerfeld muss mit dem niederwertigen Byte beginnen. Die Bytefolge für andere Mehrbyte-Felder ist in diesem Dokument nicht festgelegt. Solche Mehrbyte-Felder sollten mit dem niederwertigen Byte beginnend übertragen werden.

5.4.2.3 Betriebsart T – Zähler sendet: Chipfolge der Präambel

Die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisation) muss für diese Betriebsart lauten $n \times (01) 0000111101$ mit $n \geq 19$.

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 der „Belegung erkannt“ erhöht die Kommunikationskapazität des Systems bei hoher Auslastung durch viele Benutzer.

5.4.3 Nur für 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 CRC ist mit dem höherwertigen Byte beginnend zu übertragen. Die Bytefolge des Herstellerfeldes ist mit dem niederwertigen Byte beginnend zu übertragen. Die Bytefolge der weiteren Mehrbyte-Felder ist in diesem Dokument nicht festgelegt. Solche Mehrbyte-Felder sollten mit dem niederwertigen Byte beginnend übertragen werden.

5.4.3.3 Betriebsart T2 – andere senden: Chipfolgen der Präambel

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisation) lauten: $n^*(01) 0001110110 10010110$ mit $n \geq 15$. Sämtliche Chips jedes Telegramms, einschließlich Präambel und Nachspann, müssen eine ununterbrochene Folge bilden.

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 sogar während des Empfangs einer schwächeren Übertragung. Dieser Fangeffekt erlaubt eine effiziente Kommunikation sogar 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.

5.5 Betriebsart T: Verbindungsschicht

5.5.1 Allgemeines

Es ist die Verbindungsschicht mit dem Telegrammformat FT3 nach EN 60870-5-2 zu verwenden.

5.5.2 Betriebsart T: Telegrammformat

5.5.2.1 Allgemeines

Das allgemeine Telegrammformat muss folgendermaßen beschaffen sein:

5.5.2.2 Betriebsart T: Erster Block

L-Feld	C-Feld	M-Feld	A-Feld	CRC-Feld
1 Byte	1 Byte	2 Bytes	6 Bytes	2 Bytes

Bild 5 — Betriebsart T: Format des ersten Blocks

5.5.2.3 Betriebsart T: Zweiter Block

CI-Feld	Datenfeld	CRC-Feld
1 Byte	15 oder, wenn es der letzte Block ist, $((L-9) \text{ MOD } 16) - 1$ Bytes	2 Bytes

Bild 6 — Betriebsart T: Format des zweiten Blocks

5.5.2.4 Betriebsart T: Optionale(r) Block/Blöcke

Daten	CRC
16 oder, wenn es der letzte Block ist, $((L-9) \text{ MOD } 16)$ Bytes	2 Bytes

Bild 7 — Betriebsart T: Optionale(r) Block/Blöcke

5.5.3 Betriebsart T: Felddefinitionen

5.5.3.1 Allgemeines

Die in EN 60870-5-1 (L-Feld) und EN 60870-5-2 (C-Feld; M-Feld und A-Feld) definierten Felder sind in den nachstehenden Unterabschnitten festgelegt. Das A-Feld von EN 60870-5-2 entspricht der Verkettung des hier vorgestellten M-Feldes und A-Feldes.

5.5.3.2 Betriebsart T: Längenfeld (L-Feld)

Das erste Byte des ersten Blocks ist das Längenfeld. Das Feld legt die Anzahl der nachfolgenden Nutzerdatenbytes fest, einschließlich der Steuer- und Adressbytes, aber nicht die CRC-Bytes. Wenn $((L-9) \text{ MOD } 16)$ nicht Null ist, dann muss der letzte Block $((L-9) \text{ MOD } 16)$ -Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten. Alle weiteren Blöcke, mit Ausnahme des ersten Blocks, müssen immer 16 Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten.

5.5.3.3 Betriebsart T: Steuerfeld (C-Feld)

Das zweite Byte des ersten Blocks ist das C-Feld. Es gibt den Telegrammtyp an. Nach EN 60870-5-2 sind die folgenden Codierungen für das C-Feld anzuwenden:

- für die Unterbetriebsart T1 (nur Senden) ist der Wert $C = 44_{\text{h}}$ des C-Feldes (Senden-/ohne Antwort) anzuwenden;
- befindet sich der Zähler in der Installationsbetriebsart, dann:
 - muss für die bidirektionale Betriebsart T2 zur Anzeige dieser Betriebsart der Wert $C = 06_{\text{h}}$ des C-Feldes,
 - für die unidirektionale Betriebsart T1 zur Anzeige dieser Betriebsart der Wert $C = 46_{\text{h}}$ des C-Feldes angewendet werden.
- In der Unterbetriebsart T2 muss der Zähler ständig die Information „Zugriffsanforderung“ ($C = 48_{\text{h}}$) senden und auf eine Bestätigung ($C = 00_{\text{h}}$) dieser Anforderung warten. Wird eine Bestätigung empfangen und die Verbindung hergestellt, so dürfen alle C-Feld-Werte nach EN 60870-5-2 verwendet werden.

5.5.3.4 Betriebsart T: Hersteller-ID (M-Feld)

Das dritte und vierte Byte des ersten Blocks muss eine eindeutige Anwender-/Herstellerkennung des Zählers enthalten. Die 15 niedrigstwertigen Bits dieser beiden Bytes müssen durch einen 3-Zeichen-ISO-646-Code (A...Z) gebildet werden, wie in prEN 13757-3:2004, 5.5, festgelegt. Für die Verwaltung dieser 3-Zeichen-Codes siehe Anhang B.

Ist das höchstwertige Bit dieser zwei Bytes der Anwender-/Herstellerkennung gleich Null, dann muss die Adresse A eine eindeutige (fest codierte) Zähleradresse des Herstellers mit 6 Bytes sein. Für die weltweite Eindeutigkeit dieser 6 Bytes ist jeder Hersteller verantwortlich. Er darf jede Art der Codierung oder Nummerierung, einschließlich Art/Version/Datum, anwenden, solange die ID eindeutig ist.

Ist das höchstwertige Bit dieser Zwei-Byte-Anwender-/Herstellerkennung ungleich Null, dann muss die 6-Byte-Adresse mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches des Systems (Soft-Adressierung) eindeutig sein. Diese Adressierung wird üblicherweise der Einrichtung zum Zeitpunkt der Installation zugewiesen wird. Solange diese eindeutigen Adressenanforderungen erfüllt sind, dürfen die verbleibenden Bytes für anwenderspezifische Zwecke verwendet werden.

5.5.3.5 Betriebsart T: Adresse (A-Feld)

Diese Adresse A muss eindeutig sein (mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches). Jeder Anwender/Hersteller muss die Eindeutigkeit dieser ID sicherstellen. Wenn dieses Protokoll zusammen mit der Anwendungsschicht nach prEN 13757-3 angewendet wird, und wenn das CI-Feld auf einen der Werte 72_h, 78_h oder 7A_h gesetzt wird, dann gilt Folgendes: das Feld A muss als Verkettung der 'Identifikations-Nummer', 'Versions-Nummer' und 'Gerätetyp-Identifikation' wie in 5.4, 5.6 und 5.7 von EN 13757-3:2004 festgelegt erzeugt werden.

5.5.3.6 Betriebsart T: Steuerinformation (CI-Feld)

Das erste Byte des zweiten Blocks ist das CI-Feld. Dieses CI-Feld legt den Protokolltyp und somit die Art der nachfolgenden Informationen fest. Der Wert des CI-Feldes muss wie in Tabelle 12 festgelegt sein:

Tabelle 12 — CI-Feld

CI-Wert	Bezeichnung	Bemerkungen
51 _h	Datenübertragung vom Ablesegerät zum Zähler ohne bestimmten Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
71 _h	Reserviert für Alarmbericht	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
72 _h	Anwendungsschicht EN 13757-3 mit vollständigem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
78 _h	Anwendungsschicht EN 13757-3 ohne Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
7A _h	Anwendungsschicht EN 13757-3 mit kurzem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
82 _h	Für zukünftige Anwendungen	Für die Kompatibilität mit den Normen des CENELEC/TC 205
A0 _h –B7 _h	Herstellerspezifische Anwendungsschicht	

5.5.4 Betriebsart T: Zyklische Blockprüfung (CRC-Feld)

Die CRC muss aus den Informationen des vorhergehenden Blocks berechnet und entsprechend FT3 nach EN 60870-5-1 erzeugt werden. Die Gleichung ist:

Das CRC-Polynom lautet: $x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$

Der Anfangswert ist: 0

Von der endgültigen CRC wird das Komplement gebildet

6 Betriebsart R2

6.1 Betriebsart R2: Allgemeines

Die Funkkomponente eines Zählers muss hinsichtlich sämtlicher Parameter mindestens den Anforderungen nach ETSI EN 300 220, Teil 1 und Teil 2, selbst dann entsprechen, auch wenn einige Anwendungen einen erweiterten Temperatur- oder Spannungsbereich erfordern.

Tabelle 13 — Betriebsart R2, Sender

KenngroÙe	min.	Typisch	max.	Einheit
Frequenzband ^a	868,0	868,33	868,6	MHz
Kanalabstand ^a		60		kHz
Relative Einschaltdauer des Senders ^b			1	%
^a Diese Europäische Norm ist für das Band von 868 MHz bis 870 MHz ausgelegt, obwohl mit einer entsprechenden Sendeerlaubnis auch andere Frequenzbänder genutzt werden dürfen, z. B. 433 MHz. ^b Die relative Einschaltdauer ist in ETSI EN 300 200-1 festgelegt.				

ANMERKUNG Für Empfehlungen zur Frequenz und Sendeleistung siehe die Grafiken in Anhang A.

6.2 Betriebsart R2: Sender

Die Parameter für die Sender müssen wie in Tabelle 14 aufgelistet sein:

Tabelle 14 — Betriebsart R2, Sender

KenngroÙe	Symbol	min.	typisch	max.	Einheit	Anmerkung
Mittelfrequenz (andere)			868,330		MHz	
Mittelfrequenz (Zähler)			868,030 +n×0,06		MHz	
Frequenzabweichung (Zähler/andere)			0	± 17	kHz	~ 20 × 10 ⁻⁶ (ppm)
FSK-Hub		± 4,8	± 6	± 7,2	kHz	

Tabelle 14 (fortgesetzt)

Kenngröße	Symbol	min.	typisch	max.	Einheit	Anmerkung
Chiprate (Wecken und Kommunikationen)			4,8		kcps	
Zulässige Toleranz der Chiprate (Wecken und Kommunikationen)			0	± 1,5	%	
Digitale Bitunsicherheit (Jitter) ^a				± 15	µs	
Datenübertragungsrate (Manchester-Codierung) ^b			$f_{\text{chip}} \times \frac{1}{2}$		bps	
Länge der Präambel einschließlich Bit-/Byte-Synchronisation	PL	96			chips	
Länge der Postambel (Nachspann) ^c		2		8	chips	
Ansprechverzögerung ^d (andere)	t_{RO}	3		50	ms	
Ansprechverzögerung ^d (Zähler)	t_{RM}	10		10 000	ms	

^a Die Bitunsicherheit (bit jitter) muss am Ausgang des Mikroprozessors oder der Codiereinrichtung gemessen werden.

^b Jedes Bit ist durch zwei Chips zu codieren (Manchester-Codierung).

^c Die Postambel (Nachspann) muss aus $1 \leq n \leq 4$ „Einsen“ bestehen, d. h. die Folge der Chips muss $n \times (01)$.

^d Ansprechverzögerung: Nach dem Senden eines Telegramms muss der Empfänger in einer kürzeren Zeit als dem Mindestwert der Ansprechverzögerung für den Empfang einer Antwort bereit sein und für die Dauer des Maximalwertes der Antwortverzögerung empfangen. Wenn das CI-Feld des empfangenen Telegramms 81_h ist, muss die Ansprechverzögerung t_{RO} , andernfalls die Ansprechverzögerung t_{RM} angewendet werden.

6.3 Betriebsart R2: Empfänger

Tabelle 15 — Betriebsart R2, Empfänger

Kenngröße	Klasse	Symbol	min.	typisch	max.	Einheit	Anmerkung
Empfindlichkeit ($BER < 10^{-2}$) oder (Blockannahmerate > 80 %)	H_R	P_o	- 105	- 110		dBm	
Sperrvermögen ^a	L_R		3			Klasse	
Sperrvermögen ^{a c}	M_R		2			Klasse	
Sperrvermögen ^{a b c}	H_R		2			Klasse	
Zulässiger Bereich der Chiprate		f_{chip}	4,7	4,8	4,9	kcps	~ ± 2 %
Zulässige Schwankung der Chiprate während Nachrichtenkopf und Telegramm		Df_{chip}		0	± 0,2	%	

^a Die Empfängerklassen müssen ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, 9.3 entsprechen.

^b Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klasse H_R : Die Selektivität des benachbarten Bandes muss > 40 dB sein, wenn nach ETSI EN 300 220-1, V1.3.1:2000, 9.1 und 9.2 gemessen wird.

^c Zusätzliche Anforderung an Empfänger der Klassen M_R und H_R : Die Einrichtung muss die in ETSI EN 301 489-1, V1.4.1:2002, 9.2 und in EN 301 489-3, V 1.3.1 festgelegten Anforderungen an die Störfestigkeit erfüllen.

6.4 Betriebsart R2: Datencodierung

6.4.1 Betriebsart R2: Manchester-Codierung

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.

6.4.2 Betriebsart R2: Übertragungsreihenfolge von codierten Daten

Jedes Datenbyte muss stets mit dem höchstwertigen Bit zuerst übertragen werden.

Die Bytefolge der CRC ist mit dem höherwertigen Byte beginnend zu übertragen. Die Bytefolge des Herstellerfeldes ist mit dem niederwertigen Byte beginnend zu übertragen. Die Bytefolge der weiteren Mehrbyte-Felder ist in diesem Dokument nicht festgelegt. Solche Mehrbyte-Felder sollten mit dem niederwertigen Byte beginnend übertragen werden.

6.4.3 Betriebsart R2: Chipfolgen der Präambel

Für diese Betriebsart muss die gesamte Chipfolge der Präambel (Nachrichtenkopf + Synchronisation) lauten: $n \times (01) 0001110110 10010110$ mit $n \geq 39$.

Sämtliche Chips jedes Telegramms müssen eine ununterbrochene Chipfolge bilden.

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 sogar während des Empfangs einer schwächeren Übertragung. Dieser Fangeneffekt erlaubt eine effiziente Kommunikation sogar 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 T2 angewendeten.

6.5 Betriebsart R2: Verbindungsschicht

6.5.1 Allgemeines

Es ist die Verbindungsschicht mit dem Telegrammformat FT3 nach EN 60870-5-1 zu verwenden.

6.5.2 Betriebsart R2: Telegrammformat

6.5.2.1 Allgemeines

Das allgemeine Telegrammformat muss folgendermaßen beschaffen sein:

6.5.2.2 Betriebsart R2: Erster Block

L-Feld	C-Feld	M-Feld	A-Feld	CRC-Feld
1 Byte	1 Byte	2 Bytes	6 Bytes	2 Bytes

Bild 8 — Betriebsart R2: Format des ersten Blocks

6.5.2.3 Betriebsart R2: Zweiter Block

CI-Feld	Datenfeld	CRC-Feld
1 Byte	15 oder, wenn es der letzte Block ist, $((L-9) \text{ MOD } 16) - 1$ Bytes	2 Bytes

Bild 9 — Betriebsart R2: Format des zweiten Blocks

6.5.2.4 Betriebsart R2: Optionale(r) Block/Blöcke

Datenfeld	CRC-Feld
16 oder, wenn es der letzte Block ist, ((L-9) MOD 16) Bytes	2 Bytes

Bild 10 — Betriebsart R2: Format des/der optionalen Blocks/Blöcke

6.5.3 Betriebsart R2: Felddefinitionen

6.5.3.1 Allgemeines

Die in EN 60870-5-1 (L-Feld) und EN 60870-5-2 (C-Feld; M-Feld und A-Feld) definierten Felder sind in den nachstehenden Unterabschnitten festgelegt. Das A-Feld von EN 60870-5-2 entspricht der Verkettung des hier vorgestellten M-Feldes und A-Feldes.

6.5.3.2 Betriebsart R2: Längensfeld (L-Feld)

Das erste Byte des ersten Blocks ist das Längensfeld. Das Feld legt die Anzahl der nachfolgenden Nutzerdatenbytes fest, einschließlich der Steuer- und Adressbytes, aber nicht die CRC-Bytes. Wenn ((L-9) MOD 16) nicht Null ist, dann muss der letzte Block ((L-9) MOD 16)-Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten. Alle weiteren Blöcke, mit Ausnahme des ersten Blocks, müssen immer 16 Datenbytes + 2 CRC-Bytes enthalten.

6.5.3.3 Betriebsart R2: Steuerfeld (C-Feld)

Das zweite Byte des ersten Blocks ist das C-Feld. Es gibt den Telegrammtyp an. Nach EN 60870-5-2 sind die folgenden Codierungen für das C-Feld anzuwenden:

- Ist der Zähler in der Installationsbetriebsart, so ist zur Anzeige dieser Betriebsart ein Wert des C-Feldes von $C = 06_h$ anzuwenden:
- Befindet sich der Zähler nicht in der Installationsbetriebsart, so dürfen alle Werte für das C-Feld nach EN 60870-5-2 angewendet werden, z. B. $C = 4B_h$ (Anfordern/Antworten), $C = 08_h$ (Antworten), $C = 44_h$ (Senden/ ohne Antwort).

6.5.3.4 Betriebsart R2: Hersteller-ID (M-Feld)

Das dritte und vierte Byte des ersten Blocks muss eine eindeutige Anwender-/Herstellerkennung des Zählers enthalten. Die 15 niedrigwertigen Bits dieser beiden Bytes müssen durch einen 3-Zeichen-ISO-646-Code (A...Z) gebildet werden, wie in EN 13757-3:2004, 5.5, festgelegt. Für die Verwaltung dieser 3-Zeichen-Codes siehe Anhang B.

Ist das höchstwertige Bit dieser zwei Bytes der Anwender-/Herstellerkennung gleich Null, dann muss die Adresse A eine eindeutige (fest codierte) Zähleradresse des Herstellers mit 6 Bytes sein. Für die weltweite Eindeutigkeit dieser 6 Bytes ist jeder Hersteller verantwortlich. Er darf jede Art der Codierung oder Nummerierung, einschließlich Art/Version/Datum, anwenden, solange die ID eindeutig ist.

Ist das höchstwertige Bit dieser Zwei-Byte-Anwender-/Herstellerkennung ungleich Null, dann muss die 6-Byte-Adresse mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches des Systems (Soft-Adressierung) eindeutig sein. Diese Adressierung wird üblicherweise der Einrichtung zum Zeitpunkt der Installation zugewiesen. Solange diese eindeutigen Adressenanforderungen erfüllt sind, dürfen die verbleibenden Bytes für anwenderspezifische Zwecke verwendet werden.

6.5.3.5 Betriebsart R2: Adresse (A-Feld)

Diese Adresse A muss eindeutig sein (mindestens innerhalb des maximalen Übertragungsbereiches). Jeder Anwender/Hersteller muss die Eindeutigkeit dieser ID sicherstellen. Wenn dieses Protokoll zusammen mit der Anwendungsschicht nach EN 13757-3 angewendet wird, und wenn das CI-Feld auf einen der Werte 72_h , 78_h oder $7A_h$ gesetzt wird, dann gilt Folgendes: das Feld A muss als Verkettung der 'Identifikations-Nummer', 'Versions-Nummer' und 'Gerätetyp-Identifikation' wie in 5.4, 5.6 und 5.7 von EN 13757-3:2004 festgelegt erzeugt werden.

6.5.3.6 Betriebsart R2: Steuerinformationsfeld (CI-Feld)

Das erste Byte des zweiten Blocks ist das CI-Feld. Dieses CI-Feld legt den Protokolltyp und somit die Art der nachfolgenden Informationen fest. Der Wert des CI-Feldes muss wie in Tabelle 16 festgelegt sein:

Tabelle 16 — CI-Feld

CI-Wert	Bezeichnung	Bemerkungen
51_h	Datenübertragung vom Ablesegerät zum Zähler ohne bestimmten Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
71_h	Reserviert für Alarmbericht	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
72_h	Anwendungsschicht EN 13757-3 mit vollständigem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
78_h	Anwendungsschicht EN 13757-3 ohne Nachrichtenkopf (ist festzulegen)	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
$7A_h$	Anwendungsschicht EN 13757-3:2002 mit kurzem Nachrichtenkopf	Für die Kompatibilität mit der Norm für die Anwendungsschicht EN 13757-3
81_h	Weitergabeanwendungsschicht	Reserviert für zukünftige Entwicklung
82_h	Für zukünftige Anwendungen	Für die Kompatibilität mit den Normen des CENELEC/TC 205
$A0_h-B7_h$	Herstellerspezifische Anwendungsschicht	

6.5.3.7 Betriebsart R2: Zyklische Blockprüfung (CRC-Feld)

Die CRC muss aus den Informationen des vorhergehenden Blocks berechnet und entsprechend FT3 nach EN 60870-5-1 erzeugt werden. Die Gleichung ist:

Das CRC-Polynom lautet: $x^{16} + x^{13} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^6 + x^5 + x^2 + 1$

Der Anfangswert ist: 0

Von der endgültigen CRC wird das Komplement gebildet

7 Alle Betriebsarten: Verbindung zu höheren Protokoll-Schichten

Der Mechanismus der Kommunikation von der Verbindungsschicht zu höheren Protokoll-Schichten nutzt die Werte des CI-Feldes, die in den Tabellen 7, 12 und 16 definiert sind. Dieser Wert legt die Struktur der höheren Schichten fest, z. B. EN 13757-3. Das erste Byte des zweiten Blocks ist das CI-Feld; der verbleibende Teil der Nachricht ist von der Anwendungsschicht abhängig.

Anhang A (informativ)

Frequenzverteilung und Bandnutzung

Kanäle:	25 kHz oder	25 kHz	25 kHz oder	25 kHz	100 kHz	25 kHz oder	25 kHz	25/50 kHz oder
Modulation:	Breitband, SS, Fr. Var.		Erweitert, SS, Fr. Var.			Breitband		Breitband, SAW.
Relative Einschaltdauer:	<1 %	<0,1 %	<0,1 %	<0,1 %	T.b.d	<10 %	<10 %	<10-100%
Anwendung:	SRD	Alarm's	SRD	Social Alarm's Alarm's	EACM Protocol	SRD	Alarm's	SRD

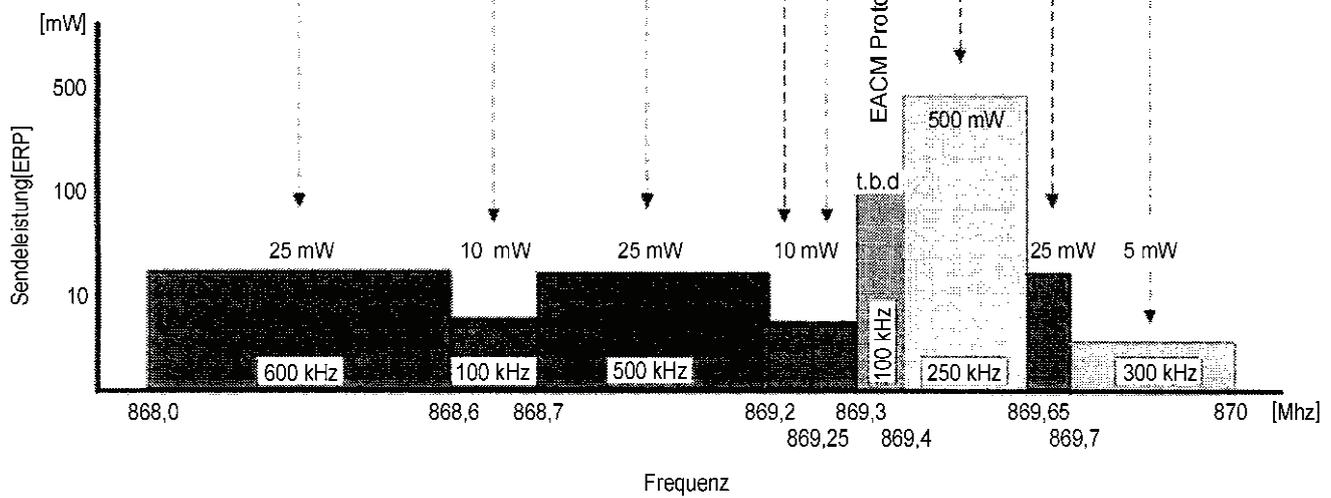


Bild A.1 — Frequenzverteilung und Bandnutzung

Anhang B
(informativ)

**Flag, Bezeichnung der „eindeutigen Anwender-/Herstellerkennung“,
Drei-Zeichen-Codes**

Die eindeutige Anwender-/Herstellerkennung wird gegenwärtig verwaltet durch:

The Flag Association Ltd

c/o BEAMA Energy Ltd

Westminster Tower

3 Albert Embankment

London SE1 7SL

United Kingdom.

<http://www.dlms.com/flag/index.htm>

ANMERKUNG Die Postadresse kann sich ändern und sollte über die Internet-Adresse ermittelt werden.

Anhang C (informativ)

Betriebsart S – Beispiel

Beispiel für ein Telegramm eines Zählers in der Betriebsart S

Die Telegrammlänge L in der Verbindungsschicht (ausgenommen das L-Feld und die CRC's) beträgt $9 + 6 = 15$ Bytes (siehe unten). Das C-Feld hat den Wert 044_h („Senden/ohne Antwort, Zählerinitiative“).

Ein Zähler von einem (fiktiven) Hersteller „CEN“ mit einer eindeutigen (hexadezimalen) Herstellernummer 12345678_h ; 01_h ; 07_h (Identifikationsnummer; Version; Gerätetyp) sendet ein (dezimales) Volumen von 876543 Liter.

Für dieses Beispiel wird dies nach EN 13757-3 codiert als: $DIF=0B_h$ (=6 Bit-BCD-Momentanwert) und $VIF=13_h$ (= Volumen in Liter).

Der Name „CEN“ wird nach EN 13757-3 codiert als „C“= $(43_h-40_h) = 3$, „E“=5, „N“=14. So ist „CEN“ = $32*32*3+32*5+14 = 3246_d = 0CAE_h$. Das höchstwertige Bit ist Null, da es eine „feste“ Adresse ist (d. h. eindeutig für Hersteller).

Somit besteht das Telegramm aus zwei CRC-Blöcken:

- a) Der erste Block, wie in Bild 2 festgelegt, besteht aus 10 Bytes (nach der Definition in diesem Dokument) und 2 CRC-Bytes:

$0F_h$ L-Feld nach EN 60870-5-1

44_h C-Feld nach EN 60870-5-2

$0CAE_h$ Herstellerkennung

12345678_h ; 01_h ; 07_h Herstellernummer (Identifikationsnummer; Version; Gerätetyp).

- b) Der zweite Block besteht aus dem CI-Feld plus 5 Nutzerbytes und 2 CRC-Bytes:

78_h CI-Feld, ohne Nachrichtenkopf, beginnt sofort mit VIF/DIF

$0B_h$ DIF = 3 Byte BCD-Momentanwert

13_h VIF = Volumen in Liter

876543_h = Literanzahl (BCD-codiert).

Da die Mehrfachbyte-Daten (nach EN 13757-3)) mit dem LSB beginnend zu übertragen sind, lauten die Folgen der Hexadezimalbytes ohne CRC's:

0F 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 1. Block

78 0B 13 43 65 87 2. Block

CRC mit Format FT3 nach EN 60870-5-1 nutzt:

Anhang D (informativ)

Betriebsart T1 – Beispiel

Die Telegrammlänge L der Verbindungsschicht (ausgenommen das L-Feld und die CRC's) beträgt $9 + 6 = 15$ Bytes (siehe unten). Das C-Feld hat den Wert 044_h („Senden/ohne Antwort, Zählerinitiative“).

Ein Zähler von einem (fiktiven) Hersteller „CEN“ mit einer eindeutigen (hexadezimalen) Herstellernummer 12345678_h ; 01_h ; 07_h Herstellernummer (Identifikationsnummer; Version; Gerätetyp) sendet ein (dezimales) Volumen von 876543 Liter.

Für dieses Beispiel wird dies codiert nach EN 13757-3 als: $DIF=0B_h$ (=6 Bit-BCD-Momentanwert) und $VIF=13_h$ (=Volumen in Liter).

Der Name „CEN“ wird nach EN 13757-3 codiert als „C“= $(43_h-40_h)=3$, „E“=5, „N“=14. So ist „CEN“= $32*32*3+32*5+14=3246_d = 0CAE_h$. Das höchstwertige Bit ist Null, da es eine „feste“ Adresse hat (d. h. eindeutig für Hersteller).

Somit besteht das Telegramm aus zwei Blöcken:

- a) Der erste Block, wie in Bild 5 festgelegt, besteht aus 10 Bytes (nach der Definition in diesem Dokument) und 2 CRC-Bytes:

$0F_h$ L-Feld nach EN 60870-5-1

44_h C-Feld nach EN 60870-5-2

$0CAE_h$ Herstellerkennung

12345678_h ; 01_h ; 07_h Herstellernummer (Identifikationsnummer; Version; Gerätetyp).

- b) Der zweite Block besteht aus dem CI-Feld plus 5 Nutzerbytes und 2 CRC-Bytes:

78_h CI-Feld, ohne Nachrichtenkopf, beginnt sofort mit VIF/DIF

$0B_h$ DIF = 3 Byte BCD-Momentanwert

13_h VIF = Volumen in Liter

876543_h = Literanzahl (BCD-codiert).

Da die Mehrfachbyte-Daten (nach EN 13757-3)) mit dem LSB beginnend zu übertragen sind, lauten die Folgen der Hexadezimalbytes ohne CRC's:

0F 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 1. Block

78 0B 13 43 65 87 2. Block

CRC mit Format FT3 nach EN 60870-5-1 nutzt:

$$X^{16} + X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6 + X^5 + X^2 + 1$$

als Generatorpolynom. Es beginnt mit Null und behandelt das höchstwertige Bit zuerst. Vom CRC-Ergebnis wird das Komplement gebildet. Das höchstwertige Byte der 16-Bit-CRC wird zuerst gesendet.

Die vollständige Byte-Zeichenfolge (hexadezimal) lautet dann:

0F 44 AE 0C 78 56 34 12 01 07 44 47 78 0B 13 43 65 87 1E 6D

Die Codierung jedes Halbbytes nach dem 6-Chip-Code entsprechend der Codierungstabelle führt zu:

010110 101001 011100 011100 100110 110010 010110 110100

010011 101100 011001 011010 001011 011100 001101 001110

010110 001101 010110 010011 011100 011100 011100 010011

010011 101100 010110 100011 001101 001011 011100 001011

011010 011001 101100 010011 001101 110010 011010 110001

Zusammen mit dem Nachrichtenkopf, dem Muster für die Bitsynchronisation und dem Nachspann führt dies zur nachfolgenden vollständig kontinuierlichen Chipfolge:

0101010101010101010101010101010101010000111101

010110101001011100011100100110110010010110110100

010011101100011001011010001011011100001101001110

010110001101010110010011011100011100011100010011

010011101100010110100011001101001011011100001011

01101001100110110001001100110111001001101011000101

die insgesamt 290 Chips enthält. In der Betriebsart T1 bei einer Nennchiprate von 100 kcps beträgt die Sendedauer 2,9 ms.

Literaturhinweise

- [1] EN 13757-2, *Kommunikationssysteme für Zähler und deren Fernablesung — Teil 2: Physikalische Schicht und Verbindungsschicht*
- [2] EN 62056-53, *Messung der elektrischen Energie — Zählerstandsübertragung; Tarif- und Laststeuerung — Teil 53: COSEM-Anwendungsschicht (IEC 62056-53:2002)*
- [3] Richtlinie CE 99/5/EC RTTeE
- [4] The Radian Protocol for 868 MHz will generally be derived from the present Radian Protocol which may be found on the Radian user association Web Site, <http://www.radianprotocol.com/>.
- [5] ANSI C63.5, *American National Standard for Calibration of Antennas Used for Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control* Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz)