

DIN EN 50478

ICS 33.060.30; 33.170

**Funktionale Empfängerspezifikation für digitales interaktives
Satellitenfernsehen mit Rückkanal niedriger Datenrate über Satellit –
Festlegungen Modemschicht;
Deutsche Fassung EN 50478:2007**

Functional receiver specification of satellite digital interactive television with a low data
rate return channel via satellite –
Modem layer specification;
German version EN 50478:2007

Spécification pour le fonctionnement du récepteur pour la télévision interactive par
satellite avec une voie de retour à bas débit par satellite –
Spécification du modem de la couche;
Version allemande EN 50478:2007

Gesamtumfang 114 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-06-01 angenommene EN 50478 gilt als DIN-Norm ab 2007-08-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50478:2006-01.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) weist darauf hin, dass die Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm die Verwendung von Patenten hinsichtlich Geräten und Verfahren zum Erzeugen von Bezugsfrequenzen bedeuten kann.

CENELEC nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat CENELEC zugesichert, dass er bereit ist, über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei CENELEC registriert. Informationen sind erhältlich bei:

SES Astra S.A.
L-6815 Château de Betzdorf

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Teile dieser Europäischen Norm Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. CENELEC kann nicht zur Verantwortung gezogen werden, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

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

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

**Funktionale Empfängerspezifikation
für digitales interaktives Satellitenfernsehen
mit Rückkanal niedriger Datenrate über Satellit –
Festlegungen Modemschicht**

Functional receiver specification
of satellite digital interactive television
with a low data rate return channel
via satellite –
Modem layer specification

Spécification pour le fonctionnement
du récepteur pour la télévision interactive
par satellite avec une voie de retour
à bas débit par satellite –
Spécification du modem de la couche

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-06-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50478:2007 D

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde ausgearbeitet von dem Technischen Komitee CENELEC TC 206 „Geräte der Unterhaltungs- und Informationselektronik und verwandte System für den Allgemeingebrauch“.

Der Text des Entwurfs wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2006-06-01 als EN 50478 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-06-01

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole	10
3.3 Abkürzungen	10
3.4 Referenzmodell für interaktive Satelliten-Netzwerke	13
3.4.1 Modell für den Protokoll-Stack	13
3.4.2 Systemmodell	13
3.4.3 Referenz-Systemarchitektur für SATMODE	14
4 Endgeräteschnittstelle für den Vorwärtskanal	18
4.1 Rundfunkschnittstelle	18
4.1.1 Frequenz	18
4.1.2 Modulation und Codierung	18
4.1.3 Symbolrate	18
4.1.4 Polarisierung	18
4.2 Vorwärts-Interaktionspfad	18
4.2.1 Interaktiver Datenverkehr für die Vorwärtsdaten	18
4.2.2 Signalisierung Vorwärtskanal	19
5 Endgeräteschnittstelle für den Rückkanal	22
5.1 Allgemeines	22
5.1.1 Zugriffsverfahren	22
5.1.2 Netzwerk	24
5.1.3 Strahlungskeulen	24
5.1.4 Trägerfrequenzgruppen	24
5.1.5 Dienste	25
5.1.6 Dienstklasse und Priorität	25
5.1.7 Verwendung der physikalischen Ressourcen im Rückkanal	25
5.2 Schnittstelle Bitübertragungsschicht	27
5.2.1 Synchronisation Rückkanal	27
5.2.2 Codierung und Modulation im Rückkanal	35
5.2.3 Frequenz- und Zeitstrukturierung	47
5.2.4 Leistungsmaske	52
5.2.5 Polarisierung Rückkanal SATMODE-Endgerät	53
5.2.6 Rückkanal Symbolrate	53
5.2.7 Spektrale Leistungssteuerung	53

	Seite
5.2.8 Programmierbarkeit, Wertebereiche und Auflösung der konfigurierbaren Parameter	53
5.3 Schnittstelle Sicherungsschicht	55
5.3.1 Rückkanal-Sicherungsschicht und Protokollstack	55
5.3.2 Beschreibung MAC-Protokoll	62
6 Sicherheitsmaßnahmen, Authentifizierung, Verschlüsselung	71
7 Herunterladen von Software	71
Anhang A (normativ) Syntaxbeschreibung der Tabellen	73
Anhang B (normativ) Bestimmung der Verarbeitungsverzögerung $D_{\text{proc_term}}$ im Endgerät	93
Anhang C (informativ) Typische Implementierungsbeispiele	94
Anhang D (informativ) SATMODE-Projekt	110
Literaturhinweise	112
Bilder	
Bild 1 – Schichtenaufbau für ein generisches Systemreferenzmodell	13
Bild 2 – Grundlegendes System-Referenzmodell für interaktive Systeme	14
Bild 3 – Beschreibung SATMODE-Gesamtsystem	16
Bild 4 – Daten des interaktiven Datenverkehrs	17
Bild 5 – Tabellen für die Deskriptoren von PAT und PMT	22
Bild 6 – Zeit- und frequenzunterteiltes ALOHA	23
Bild 7 – Organisation des Netzwerks und der spektralen Ressourcen	26
Bild 8 – Beschreibung der Verzögerungen zwischen SATMODE-Endgerät und HUB	28
Bild 9 – Signalisierungsparameter Vorwärtskanal	29
Bild 10 – Rahmenbeginn-Nullpunkt	30
Bild 11 – Betriebszustände im Endgerät	31
Bild 12 – Login-Verfahren	33
Bild 13 – Verfahren zur Senderausrichtung	34
Bild 14 – Erzeugung Signalform	35
Bild 15 – Berechnung der Zufallszahlen	36
Bild 16 – Berechnung CRC	36
Bild 17 – Flexible Architektur des Codierers	37
Bild 18 – Ersatzschaltbild für Mode 1 (PCCC)	38
Bild 19 – Ersatzschaltbild für Mode 2 (SCCC)	38
Bild 20 – Ersatzschaltbild für Mode 3 (CC)	38
Bild 21 – Ersatzschaltbild für Mode 4 (QRCC)	38
Bild 22 – Logikimplementierung des programmierbaren CC	39
Bild 23 – CC als quaternärer Ring-Faltungscodierer	41
Bild 24 – Abbildung der Bits	42
Bild 25 – UW-Folge	46
Bild 26 – Organisation der Zeitscheiben	48
Bild 27 – Zustandsdiagramm für Datenpakete mit verlorenem Inhalt	49

	Seite
Bild 28 – Leistungsmaske	53
Bild 29 – Protokollstack SATMODE-Rückkanal	55
Bild 30 – SATMODE-Sicherungsschicht	56
Bild 31 – LLC-Vorspann	57
Bild 32 – Segmentierung und Wiederausammenbau/Anpassung an das MAC-Datenpaketformat	58
Bild 33 – MAC-Datenpaketformat	59
Bild 34 – MAC-Adresse im IEEE-Format	59
Bild 35 – SATMODE-MAC-Protokoll	62
Bild 36 – Gleitende Fenster und Prioritäten	63
Bild 37 – Vom Endgerät ausgelöste Rücksetzfolge	65
Bild 38 – Zustandsdiagramm Endgerät	66
Bild 39 – Vom Hub ausgelöste Rücksetzfolge	66
Bild 40 – Zustandsdiagramm für vom Hub ausgelöste Rücksetzfolge	67
Bild C.1 – Ersatzschaltbild für Mode 1	99
Bild C.2 – Festlegung GMSK	103
Bild C.3 – Kurvenverlauf Phasenpuls	104
Bild C.4 – Gesamtaufbau und -länge des Einzigartigen Worts	106
Bild C.5 – Verteilung der Zeit- und Frequenzscheiben bei 4 Trägerfrequenzgruppen	107
Bild C.6 – Typisches Phasenrauschen eines SATMODE-Endgerätes	107
Bild C.7 – Typischer Filterfrequenzgang	108
Bild C.8 – Typische Anwendung für SAT-GA	109

Tabellen

Tabelle 1 – Wiederholungsraten	19
Tabelle 2 – Identifikation und Ort der Deskriptoren	20
Tabelle 3 – Dienst-Deskriptor (DVB-SI)	20
Tabelle 4 – SATMODE-Dienst-Deskriptor	21
Tabelle 5 – SATMODE-Inhalts-Deskriptor	21
Tabelle 6 – Mögliche COS-Typen	25
Tabelle 7 – Definition der Zustände für Login und Senderausrichtung	32
Tabelle 8 – Kommandos	32
Tabelle 9 – Burststruktur	34
Tabelle 10 – Anfänglicher Registerinhalt zur Berechnung der Zufallszahlen	36
Tabelle 11 – Abbildung der flexiblen Codierer-Modi	37
Tabelle 12 – Deserialisierung der Datenbits	40
Tabelle 13 – Definition SIPO	41
Tabelle 14 – Definition PISO	42
Tabelle 15 – Definition Modulo-4-Addition	42
Tabelle 16 – Definition Modulo-4-Multiplikation	42
Tabelle 17 – Definition für CPM-Bereiche	44

	Seite
Tabelle 18 – Lineare Abbildung der Symbole für binäre CPM ($M = 2$).....	45
Tabelle 19 – Gray-Abbildung der Symbole für quaternäre CPM ($M = 4$)	45
Tabelle 20 – Lineare Abbildung der Symbole für quaternäre CPM ($M = 4$)	45
Tabelle 21 – Nachschlagetabelle für die Normalisierungsfolge für GMSK ($M = 2$; $k = 1$; $p = 2$)	47
Tabelle 22 – Wertebereiche und Auflösung der konfigurierbaren Parameter	54
Tabelle 23 – Bit für Ende der Nachricht (EOM)	60
Tabelle 24 – Priorität	60
Tabelle 25 – Nummer der Folge	60
Tabelle A.1 – Syntax FCT	73
Tabelle A.2 – modulation_type	78
Tabelle A.3 – encoder_type	78
Tabelle A.4 – CC1_trellis_termination	79
Tabelle A.5 – CC2_trellis_termination	80
Tabelle A.6 – Syntax FAT	81
Tabelle A.7 – COS_ID	84
Tabelle A.8 – Syntax SMT	85
Tabelle A.9 – SATMODE_mac_address	87
Tabelle A.10 – message_type	87
Tabelle A.11 – login_response	88
Tabelle A.12 – reset_level	88
Tabelle A.13 – Struktur SMT	89
Tabelle A.14 – Syntax DMT	89
Tabelle A.15 – Syntax SUT	91
Tabelle C.1 – Typische Leistungsbilanz einer SATMODE-Verbindung bei klarem Himmel	94
Tabelle C.2 – Beispiel Leistungsbilanz Ku/Ku-Band mit Reserven für Regendämpfung	96
Tabelle C.3 – Einstellung der Werte für die Multiplexer	99
Tabelle C.4 – PR-Polynom	99
Tabelle C.5 – PB-Polynom	99
Tabelle C.6 – PY-Polynom	99
Tabelle C.7 – PW-Polynom	99
Tabelle C.8 – Punktierungsperioden CC1	100
Tabelle C.9 – Punktierungsmuster CC1 für Coderate 1/2	100
Tabelle C.10 – Punktierungsperioden CC2	100
Tabelle C.11 – Punktierungsmuster CC2 für Coderate 1/2	100
Tabelle C.12 – Nachschlagetabelle für den periodischen Zustand	101
Tabelle C.13 – Verwürfelungsfunktion für PI1	101
Tabelle C.14 – Parameter Verwürfelungseinheit PI1	101
Tabelle C.15 – Verwürfelungsfunktion für PI2	102
Tabelle C.16 – (Zufallsbedingte) Verwürfelungsfunktion für PI2	102
Tabelle C.17 – Diskrete Werte $q(k)$ für GMSK ($BT = 0,5$)	104
Tabelle C.18 – Implementierungsbeispiel für den Aufbau einer Trägerfrequenzgruppe	106

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde vom CENELEC-Komitee TC 206 mit Unterstützung der aus dem SATMODE-Projekt stammenden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten erarbeitet. Das SATMODE-Projekt ist Teil des ARTES-Programms der Europäischen Raumfahrtgesellschaft (Vertrag Nr. 16905/02/NL/US). Weitere Informationen zum SATMODE-Projekt sind in Anhang D zu finden.

Diese Norm enthält die Festlegungen mit den grundlegenden Elementen, die für die Implementierung des Interaktionskanals für interaktive Fernsehnetzwerke mit geostationären Satelliten mit ortsfesten Satelliten-Rückkanal-Endgeräten und festgelegten Rückwegen niedriger Datenrate erforderlich sind.

Das System wird als SATMODE bezeichnet und besteht aus vielen, zuhause beim Anwender installierten Endgeräten, einem oder mehreren Netzknotenstationen (en: Hub), die sich meist zusammen mit den Uplink-Stationen bei der Rundfunkanstalt oder dem Anbieter des interaktiven Dienstes befinden, und einem Satelliten, der für Uplink- und Downlink-Signale transparent ist. Die Hauptanwendung des SATMODE-Systems ist die Implementierung entsprechender Netzwerke für interaktive digitale Fernsehsysteme, die einen Rückkanal niedriger Datenrate benötigen.

Die Norm unterstützt die Anwendung des SATMODE-Systems für Einzel- oder Gemeinschaftsanlagen (z. B. SAT-GA – Satelliten-Gemeinschaftsantennenanlage) im Wohnumfeld für interaktives Digitalfernsehen (iTV). Auch wird die Verbindung derartiger Endgeräte über interne Datennetzwerke unterstützt. Die Norm kann auf alle Frequenzbänder angewandt werden, die geostationären Satellitendiensten zugewiesen sind. Die bereitgestellten Lösungen für den Interaktionskanal von interaktiven Satelliten-Netzwerken sind Teil eines großen Sets von Alternativen zur Implementierung interaktiver Dienste im Zusammenhang mit digitalen Fernsehsystemen, die dem DVB-Referenzmodell für interaktive Dienste entsprechen.

Die in dieser Norm enthaltenen Spezifikationen für die Modemschicht (Bitübertragungsschicht der Luftschnittstelle und Komponenten der Sicherungsschicht) beschreiben die notwendigen Anforderungen für die Einrichtung von Funkverbindungen zwischen den Bodenstationen der Anwender (Endgeräte) und den HUB-Bodenstationen und zwischen den HUB-Stationen und den Endgeräten der Anwender.

Das SATMODE-System

Die Ausführung des SATMODE-Systems, das zu dieser Spezifikation geführt hat, wurde für das interaktive digitale Fernsehen (iTV) optimiert.

Die Auswahl von Modulationsverfahren mit konstanter Einhüllender wurde getroffen, um die Endgerätekosten zu minimieren. Dadurch können sehr preisgünstige, voll ausgesteuerte und in nichtlinearem Modus betriebene Außeneinheiten (ODU, en: out door unit) eingesetzt werden.

Die moderaten Bitraten von SATMODE ermöglichen es, Sender mit sehr niedriger Leistung (typisch 100 mW) und mit zum Massenmarkt passenden Kosten einzusetzen.

Das verwendete Zugriffsschema – unterteiltes ALOHA (en: slotted ALOHA) – ist für den iTV-Datenverkehr sehr effizient und einfach auf eine sehr große Anzahl von Endgeräten zu erweitern, in dem zeitweise wenig Datenpakete gesendet werden.

Die SATMODE-Modemspezifikation zielt auf eine vollständige Beschreibung der in einem Endgerät verwendeten SATMODE-Modemfunktionen.

Um die Anwendbarkeit und die Wahrscheinlichkeit des kommerziellen Erfolgs von SATMODE zu steigern, wurde festgelegt, SATMODE als ein System zu entwerfen, das mit vorhandenen Raumsegmenten einsetzbar und vorbereitet für künftige Satelliten ist, die auf Punkt-zu-Punkt-Anwendungen erweitert werden.

Unter Berücksichtigung dieses Zieles wird es als obligatorisch angesehen, dass heute eingesetzte und zukunftsfähige Endgeräte mit einer eingebauten Anpassungsfähigkeit versehen sind.

Diese Anpassungsfähigkeit ermöglicht SATMODE in extremen Szenarien durch Umstellung der Modemparameter einzusetzen:

- sehr leistungsbegrenzte Szenarien (dies trifft auf die meisten VSAT-Satelliten im Ku-Band zu);
- dynamisches Raumsegment mit mehrfacher Strahlungskeule, mit dem Ziel hoher spektraler Effizienz.

Um dieses Ziel zu erreichen und trotzdem eine vollständige Interoperabilität der Endgeräte zu erhalten, verwendet SATMODE einen vollständig spezifizierten Werkzeugkasten für Signalformen.

Jeder Teilblock besitzt einen wohldefinierten Arbeitsbereich und kann in diesem ohne Begrenzung arbeiten.

Die Teilblöcke des SATMODE-Werkzeugkastens sind:

- Symbolrate von 2 kHz bis 128 kHz;
- binäre oder quaternäre Modulation mit kontinuierlichem Phasenverlauf (CPM, en: continuous phase modulation);
- programmierbares Phasenfilter für CPM-Modulationen (dabei ist GMSK (en: gaussian minimum shift keying) ein Sonderfall);
- flexibler Turbo oder Turbo-ähnlich;
- programmierbare Verwürfelungseinheiten (3);
- programmierbare einzelne Codes mit Umgehungsmöglichkeiten (2);
- programmierbare Einzigartige Wortstruktur;
- Tabellenextraktion aus einem DVB-Transportstrom (DVB-S- oder DVB-S2-Rundfunk).

All diese Parameter werden vom HUB mittels Tabellen übertragen, dabei sind auch Änderungen im Betrieb zulässig:

- Frequenzzusammenstellungstabelle (FCT, en: frequency composition table): Aufteilung des Spektrums in Trägerfrequenzgruppen;
- Frequenzzuteilungstabelle (FAT, en: frequency allocation table): Frequenzzuteilung für die Dienste.

Die an bestimmte Endgeräte gesendete Signalisierungsinformation ist in die Signalisierungsnachrichtentabelle (SMT, en: signalling message table) eingebettet.

Das Endgerät wird vollständig definiert: Es muss in der Lage sein, den vollständigen Satz an Signalformen wiederzugeben.

Üblicherweise implementiert der HUB nur ein Schema und sendet die Tabellen an die Endgeräte, um diese anzuweisen, dieses Schema wiederzugeben.

Die Anbieter der Modemschicht können sich so bei den Modemleistungsdaten messen, und es können trotzdem vollständig interoperable Endgeräte eingesetzt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Interaktionskanal für interaktive Fernsehnetzwerke mit geostationären Satelliten mit ortsfesten Rückkanal-Endgeräten und festgelegten Rückwegen niedriger Datenrate. Sie legt die grundlegenden Elemente für die Implementierung des Interaktionskanals fest.

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).

ETSI EN 300421, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Rahmenstruktur, Kanalcodierung und Modulation für Dienste über Satellit bei 11/12 GHz.*

ETSI EN 300468, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Festlegung der Dienstinformation (SI) für DVB-Systeme.*

ETSI EN 300802, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Netzunabhängige Protokolle für DVB-interaktive Dienste.*

ETSI EN 301192, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – DVB-Spezifikation für den Datenrundfunk.*

ETSI EN 301459, *Satelliten-Erdfunkstellen und -systeme (SES) – Harmonisierte EN für satellitengestützte interaktive und Teilnehmer-Endeinrichtungen (SIT/SUT) zur Informationsübertragung mittels geostationärer Satelliten im Frequenzband von 29,5 GHz bis 30,0 GHz, die wesentliche Anforderungen nach Artikel 3.2 der R&TTE-Richtlinie enthält.*

ETSI EN 302307, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Rahmenstruktur der zweiten Generation, Kanalcodierung und Modulationssysteme für Rundfunk, interaktive Dienste, Satelliten-Berichterstattung und andere Breitbandanwendungen für Satellit.*

ETSI ETR 154, *Digital Video Broadcasting (DVB) – Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications.*

EN ISO/IEC 13818-1, *Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 1: Systems.*

ETSI TR 101202, *Digital Video Broadcasting (DVB) – Implementation guidelines for Data Broadcasting.*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Vorwärtskanal

Satellitenverbindung, die den Datenverkehr zu den Endgeräten der Anwender überträgt

3.1.2

Rückkanal

Satellitenverbindung, die den von den Endgeräten der Anwender stammenden Datenverkehr überträgt

3.1.3

interaktives Digitalfernsehen

Dienst, basierend auf dem Empfang von Digitalfernsehen und der Interaktion zwischen dem Endkunden und der Rundfunkanstalt oder dem Anbieter des interaktiven Dienstes über einen Rückkanal

3.1.4**Netzwerk**

Sammlung von Ressourcen und Diensten, die den SATMODE-Rückkanal bereitstellen, der unter Kontrolle einer einzigen Organisation (Netzbetreiber) steht

3.1.5**Strahlungskeule**

zum Rückkanaltransponder gehöriges Satelliten-Netzwerk mit der zugehörigen Bandbreite und geographischen Abdeckung

3.1.6**Trägerfrequenzgruppe**

Set von Rückkanalträgern, die dieselben SATMODE-Parameter für die physikalische Verbindung (Modulationstyp, Symbolrate, Codierate) verwenden. Im SATMODE-Netzwerk werden unterschiedliche Trägerfrequenzgruppen bereitgestellt, um mit verschiedenen Verbindungsbedingungen (Schwunderscheinungen) zurechtzukommen.

3.1.7**Dienstklasse**

Set von Rückkanalträgern, das sich der Rückkanal-Datenverkehr teilt und dieselbe Dienstqualität benötigt

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole:

- * Multiplikation;
- ≠ unterschiedlich, ungleich;
- ≤ kleiner oder gleich;
- ≥ größer oder gleich;
- Σ Summe;
- ∏ Verwürfelung.

3.3 Abkürzungen

In diesem Dokument werden die folgenden Abkürzungen verwendet:

Abkürzung	Bedeutung in Englisch	Bedeutung in Deutsch
ACPR	Adjacent Channel Power Ratio	Leistungsverhältnis Nachbarkanal
ACK	Acknowledgement	Bestätigung
ARQ	Automatic Repeat Request	automatische Wiederholungsanforderung
B	Byte	Byte
BAT	Bouquet Association Table	Bukett-Zuordnungstabelle
bd	baud	baud
BER	Bit Error Rate	Bitfehlerrate
BSS	Broadcast Satellite Service	Rundfunksatellitendienst
CC	Convolutional Encoding	Faltungscodierung
CENELEC	European Committee for Electrotechnical Standardization	Europäische Normungsorganisation für elektrotechnische Normung
CG	Carrier Group	Trägerfrequenzgruppe
COS	Class of Service	Dienstklasse
CPM	Continuous Phase Modulation	Modulation mit kontinuierlichem Phasenverlauf

Abkürzung	Bedeutung in Englisch	Bedeutung in Deutsch
CRC	Cyclic Redundancy Check	zyklische Redundanzprüfung
DL	Downlink	Verbindungsstrecke vom Satelliten zur Bodenstation
DMT	Download Messaging Table	Download-Nachrichtentabelle
DSM-CC	Digital Storage Media – Command and Control	digitales Speichermedium – Kommandierung und Steuerung
DTH	Direct-To-Home	Direktempfang
DVB	Digital Video Broadcast	digitaler Fernsehrundfunk
DVB-S	Digital Video Broadcast by Satellite	digitaler Fernsehrundfunk mit Satellit
EIRP	Effective isotropic radiated power	effektive isotropische Strahlungsleistung
EIT	Event Information Table	Ereignisinformationstabelle
EN	European Norm	europäische Norm
EOM	End Of Message	Ende der Nachricht
ESA	European Space Agency	europäische Raumfahrtagentur
ETS	European Telecommunications Standard	europäische Telekommunikationsnorm
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	europäische Normungsorganisation für Telekommunikation
FAT	Frequency Allocation Table	Frequenzzuordnungstabelle
FCT	Frequency Composition Table	Frequenzzusammenstellungstabelle
FSS	Fixed Service by Satellite	fester Satellitendienst
GEO	Geostationary Earth Orbit	geostationäre Erdumlaufbahn
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying	Frequenzumtastung mit vorgeschaltetem Gaußfilter
GT	Guard Time	Schutzabstand
G/T	Gain to Temperature	Empfangsgütefaktor
HUB	SATMODE modem hub	HUB für SATMODE-Modem
IEC	International Electrotechnical Commission	internationale elektrotechnische Kommission
IIM	Interactive Interface Module	interaktives Schnittstellenmodul
iLNB	Interactive LNB	interaktiver LNB
IPR	Intellectual Property Rights	Urheberrechte
iSTB	Interactive set top box	interaktive Set-Top-Box
ITT	Invitation to Tender	Ausschreibung
ITU	International Telecommunication Union	internationale Telekommunikationsunion
iTV	Interactive Digital Television	interaktives Digitalfernsehen
LFSR	Linear Feedback Shift Register	linear rückgekoppeltes Schieberegister
LLC	Link Layer Control	Steuerung Sicherungsschicht
LNB	Low Noise Block Converter	rauscharmer Signalumsetzer für einen Frequenzblock
LSB	Less Significant Bit	niedrigstwertiges Bit
MAC	Medium Access Control	Medium-Zugangskontrolle
MF-TDMA	Multiple Frequency-Time Division Multiple Access	Frequenz- und Zeitmultiplex-Zugriffsverfahren
MPEG	Moving Pictures Expert Group	Expertengruppe für Bewegtbilder
MSB	Most Significant Bit	höchstwertiges Bit

Abkürzung	Bedeutung in Englisch	Bedeutung in Deutsch
MTU	Maximum Transmissible Unit	maximale übertragbare Einheit
NCR	Network Clock Reference	Referenzzeittakt für das Netzwerk
NIM	Network Interface Module	Schnittstellenmodul für das Netzwerk
NIT	Network Information Table	Netzwerkinformationstabelle
NIU	Network Interface Unit	Netzwerkschnittstelleneinheit
OSI	Open Systems Interconnection	offenes System für Kommunikationsverbindungen
PAT	Program Association Table	Programmzuordnungstabelle
pc	Per cent	Prozent
PCCC	Parallel Concatenated Convolutional Coding	parallel verknüpfte Faltungscodierung
PDU	Protocol Data Unit	Protokoll-Dateneinheit
PID	Packet Identifier	Datenpaketkennung
PISO	Parallel in serial out block	Parallel-Seriell-Wandler
PMT	Program Mapping Table	Programmzuordnungstabelle
PRBS	Pseudo Random Binary Sequence	Pseudozufalls-Binärfolge
PSI	Program Specific Information	programmspezifische Information
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	quaternäre Phasenumtastung
QRCC	Quaternary Ring Convolutional Coding	quaternäre Ring-Faltungscodierung
RTF	Reply To Field	Datenfeldantwort
S-ALOHA	Slotted-ALOHA	unterteiltes ALOHA
SAR	Segmentation and Reassembly	Segmentierung und Wiederausammenbau
SAT-GA	Satellite Master Antenna Television (SMATV)	Satelliten-Gemeinschaftsantennenanlage
SCCC	Serial Concatenated Convolutional Coding	seriell verknüpfte Faltungscodierung
SDT	Service Description Table	Dienstbeschreibungstabelle
SI	Service Information	Dienstinformation
SIT	Satellite Interactive Terminal	interaktives Satelliten-Endgerät
SIPO	Serial in parallel out block	Seriell-Parallel-Wandler
SMATV	Satellite Master Antenna Television	Satellitenantennenanlage
SMT	Signalling message table	Signalisierungsnachrichtentabelle
STB	Set Top Box	Set-Top-Box
SUT	Satellite User Terminal	Satelliten-Anwender-Endgerät
SUT	Software Update Table	Software-Aktualisierungs-Tabelle
TDMA	Time Division Multiplex Access	Zeitmultiplex
UL	Uplink	Verbindungsstrecke von Bodenstation zu Satellit
UW	Unique Word	Einzigartiges Wort
ZF	Intermediate Frequency (IF)	Zwischenfrequenz

3.4 Referenzmodell für interaktive Satelliten-Netzwerke

3.4.1 Modell für den Protokoll-Stack

Für interaktive Dienste, die Rundfunksendungen mit Rückkanal zum Endkunden unterstützen, besteht ein einfaches Kommunikationsmodell aus den folgenden Schichten:

- **Bitübertragungsschicht:** Hier werden alle physikalischen (elektrischen) Übertragungsparameter festgelegt.
- **Sicherungsschicht:** Sie legt alle relevanten Datenstrukturen und Kommunikationsprotokolle wie Datencontainer fest.
- **Anwendungsschicht:** Dies ist die interaktive Anwendungssoftware und Laufzeitumgebung (z. B. Anwendung für Einkauf von zuhause, Skript-Interpreter).

Ein vereinfachtes Modell der OSI-Schichten wurde übernommen, um die Erstellung der Spezifikationen für diese Schichten zu vereinfachen. Bild 1 zeigt die unteren Schichten des vereinfachten Modells und identifiziert einige der Schlüsselparameter für die beiden unteren Schichten.

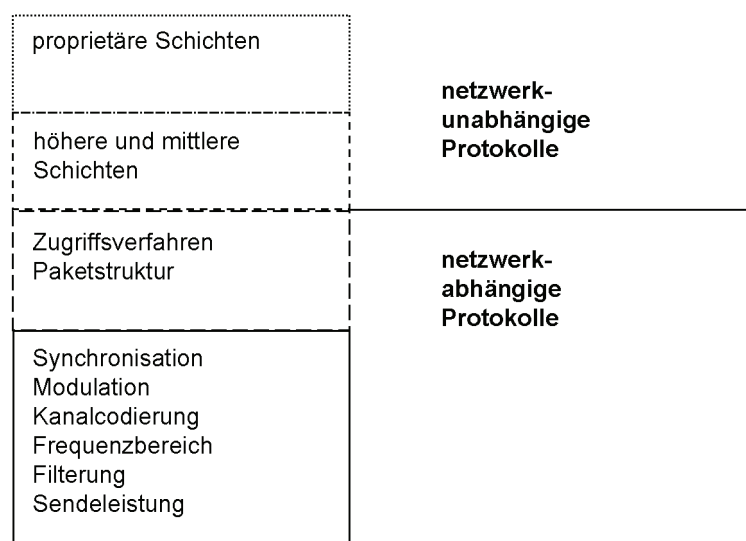


Bild 1 – Schichtenaufbau für ein generisches Systemreferenzmodell

Diese Norm behandelt nur die vom interaktiven Satelliten-Netzwerk abhängigen Gesichtspunkte, die hier als Festlegungen für die Modemschicht, bestehend aus der Bitübertragungsschicht der Luftschnittstelle und der Sicherungsschicht, angesprochen werden.

3.4.2 Systemmodell

Bild 2 zeigt das in DVB verwendete Systemmodell zur Definition der interaktiven Dienste. Dasselbe grundlegende Modell gilt für das SATMODE-System und wird entsprechend aktualisiert.

Im Systemmodell werden zwei Kanäle zwischen dem Dienstanbieter und dem Anwender eingerichtet:

- **Rundfunkkanal:** Ein unidirektionaler Rundfunkkanal mit großer Bandbreite, der Video, Audio und Daten umfasst, wird von der Rundfunkanstalt oder vom Anbieter des interaktiven Dienstes zu den Anwendern eingerichtet. Beim SATMODE-System schließt dies den Interaktionspfad für den Vorwärtspfad mit ein.
- **Interaktionskanal:** Ein bidirektionaler Interaktionskanal wird von der Rundfunkanstalt oder vom Anbieter des interaktiven Dienstes für Interaktionszwecke zu den Anwendern eingerichtet. Er besteht aus:
 - **Rückwärts-Interaktionspfad (Rückkanal)** vom Anwender zum Dienstanbieter. Er wird verwendet für Anforderungen an den Dienstanbieter/-anwender, zur Beantwortung von Fragen oder zum Transfer von Daten.

- **Vorwärts-Interaktionspfad** vom Dienstanbieter zum Anwender. Er wird verwendet, um Informationen vom Dienstanbieter zu dem oder den Anwendern und jede für den interaktiven Dienst erforderliche Kommunikation zu übertragen. Im SATMODE-System ist der Vorwärts-Interaktionspfad im Rundfunkkanal eingebettet.

Das SATMODE-Endgerät wird gebildet von der Netzwerkschnittstelleneinheit (bestehend aus dem Modul für die Rundfunk-Schnittstelle und dem Modul für die interaktive Schnittstelle) und dem interaktiven Medienwiedergabegerät. Die SATMODE-Modemschicht liefert sowohl die Schnittstelle zum Rundfunk- als auch zu den Interaktionskanälen. Die Schnittstelle zwischen SATMODE und dem Interaktions-Netzwerk erfolgt über das interaktive Schnittstellenmodul.

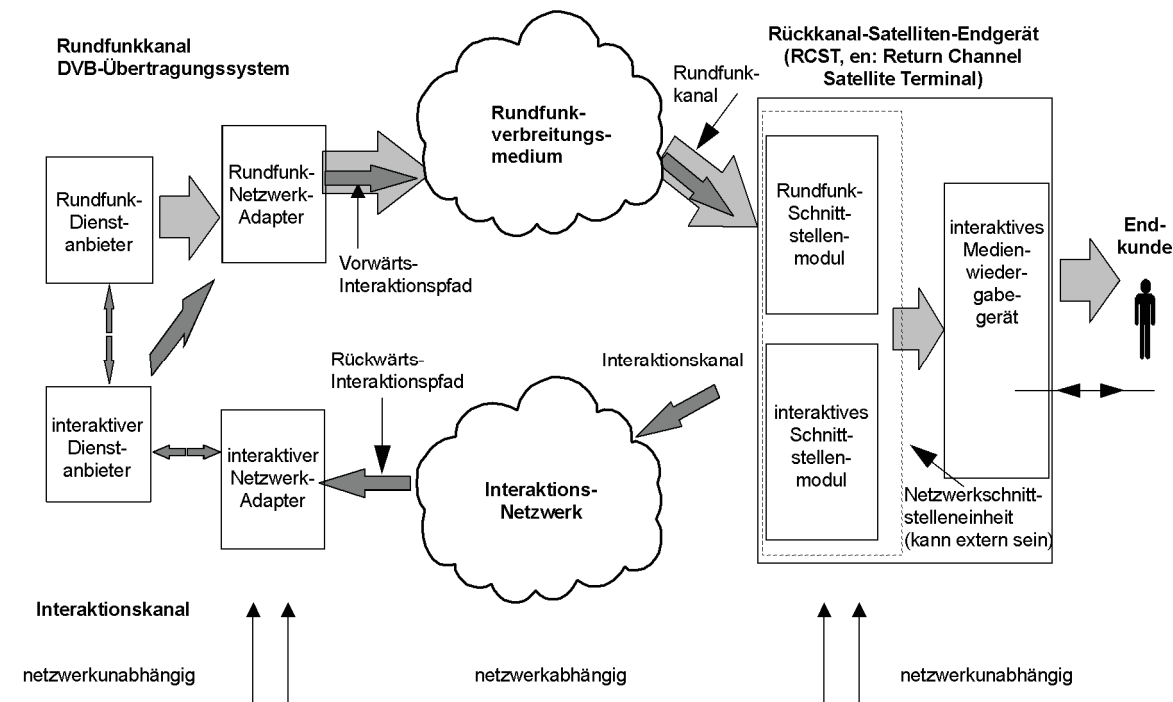


Bild 2 – Grundlegendes System-Referenzmodell für interaktive Systeme

Das im vorstehenden Bild dargestellte grundlegende Modell setzt voraus, dass die Netzwerkschnittstelleneinheit (NIU) oder das interaktive Schnittstellenmodul (IIM) in der Set-Top-Box enthalten ist. Extern realisierte NIU oder IIM können auch verwendet werden.

3.4.3 Referenz-Systemarchitektur für SATMODE

SATMODE ist ein interaktives Satellitenkommunikationssystem, bei dem GEO-Satelliten eingesetzt werden, um den Datenverkehr in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zwischen einer zentralen HUB-Station (oder einer relativ kleinen Anzahl abgesetzter HUB-Stationen) und einer sehr großen Anzahl von Endgeräten beim Endkunden zu übertragen. Bild 3 zeigt das Gesamtkonzept des interaktiven SATMODE-Dienstes mit einem Rückkanal niedriger Datenrate über Satellit.

Das SATMODE-Endgerät besteht aus:

- Antenne;
- interaktivem LNB, der aus einem integrierten LNB und einem Sender niedriger Leistung besteht;
- interaktiver Set-Top-Box (STB), bestehend aus:
 - STB-Funktion, ausgestattet mit jeder erforderlichen Software für Anwendung des interaktiven Digitalfernsehens (iTV), mit der Fähigkeit, DVB-S-Signale (und optional DVB-S2-Rundfunksignale) zu empfangen;
 - SATMODE-Modemfunktion, die den interaktiven Rückkanal über Satellit zur Verfügung stellt. Das SATMODE-Modem kann außerhalb der STB sein.

Das SATMODE-Modem erzeugt ein modulierte ZF-Signal, das vom iLNB in den höheren Frequenzbereich umgesetzt und über den Satelliten zum HUB gesendet wird. Die Daten werden vom HUB an die Rundfunkanstalt oder Anbieter des interaktiven Dienstes weitergeleitet.

ANMERKUNG Die SATMODE-Modemfunktion wird im grundlegenden DVB-Referenzmodell als NIU nach Bild 2 repräsentiert.

Der Vorwärtskanal wird von einer mit DVB-S kompatiblen Rundfunkverbindung bereitgestellt, die üblicherweise auf dem Ku-Band im Frequenzbereich von 10,7 GHz bis 12,75 GHz basiert. Es wird ETSI EN 300421 (DVB-S) eingesetzt. Das System ermöglicht auch die optionale Verwendung der neuen Rahmencodierung und Modulationsverfahren für die DVB-Kanäle des Satellitenrundfunks (DVB-S2-Rundfunkbetriebsart) nach DVB-S2 (ETSI EN 302307). Die interaktiven Daten für den Vorwärtskanal werden über den Datenstrom des interaktiven Diensteanbieters in die üblichen DVB-S-Datenströme gemultiplext.

Der SATMODE-Rückkanal kann in jedem typischen Frequenzband des festen Satellitendienstes arbeiten, obwohl das System ursprünglich für die Anwendung im Ka-Frequenzbereich von 29,5 GHz bis 30 GHz vorgesehen war. Das SATMODE-System schränkt keine Implementierungen ein, die Gebrauch von anderen Übertragungsbändern in Kombination mit anderen Rückkanal-FSS-Bändern machen. Der Vorwärts- und Rückkanal können sich auf derselben Satellitenstation befinden.

Zusätzlich kann es abgesetzte HUB-Stationen geben, die Vorwärtskanal-Fähigkeit und die Fähigkeit zum Empfang des Rückkanals besitzen. Abgesetzte HUB-Stationen können in den Fällen eingesetzt werden, in denen es ungünstig und unwirtschaftlich ist, die Haupt-HUB-Station zu verwenden. Abgesetzte HUB-Stationen bieten den Diensteanbietern die Möglichkeit, sowohl die Rückkanal-Signale der Endgeräte direkt zu empfangen, als auch die Möglichkeit, den Vorwärtsdatenverkehr zum Satelliten direkt anstatt über die Haupt-HUB-Station des Satellitenbetreibers zu senden. Abgesetzte HUB-Stationen können sowohl eine Reihe der Systemressourcen (Bandbreite und Leistung) unabhängig vom Haupt-HUB verwalten als auch einfach den Datenverkehr senden und empfangen und dabei die Signalisierung und Steuerung vom Haupt-HUB durchführen lassen.

Auf der Anwenderseite müssen die SATMODE-Endgeräte verwendet werden, um den, von den HUBs über genommene FSS/BSS-Transponder kommenden, interaktiven Vorwärts-Datenverkehr zu empfangen und zu verarbeiten. Dieser Datenverkehr beinhaltet nicht nur den SATMODE-Datenverkehr, sondern auch andere Video-/Audiodienste innerhalb der mit DVB kompatiblen Datenströme.

Im Rückkanal müssen alle vom Endkunden stammenden Nachrichten im SATMODE-Rückkanalteil des SATMODE-Modems oder der interaktiven STB verarbeitet werden. Zusammen mit dem iLNB (interaktiver LNB: SATMODE-Sender) muss dies jede Datenverkapselung, Modulation, Vorwärtsumwandlung, Verstärkung und Übertragung des Rückkanals zum Satelliten umfassen. Der entsprechende HUB muss diese Endkunden-Rückkanaldaten empfangen. Ein mehrfaches Zugangssystem mit zeit- und frequenzunterteiltem ALOHA, das mit einer Reihe von Trägerfrequenzen (TF S-ALOHA) arbeitet, wird eingesetzt, um die Übertragungen von den Endkunden-Endgeräten zum HUB zu leiten.

Steuerungs- und Signalisierungsdaten werden während der Installationsphase eingesetzt und geben eine Rückmeldung der Messergebnisse an das SATMODE-Endgerät. Während der Installation sendet ein SATMODE-Endgerät spezielle Datenblöcke, die bezüglich Leistung, Zeit und Frequenz vermessen werden. Diese Messungen ermöglichen eine für die jeweilige Antenne spezifische Unterstützung der Optimierung nach der richtigen Einstellung des Empfangssignals, Kompensation der Verzögerungen und Verifikation der Synchronisation.

Der HUB besteht aus Geräten für:

- Einfügung von Nutzdaten und Netzwerksteuerungsinformationen in den Vorwärtskanal;
- Zuteilung und Verwaltung der Rückkanalkapazität;
- Empfang der von den SATMODE-Endgeräten über den Rückkanal gesendeten Informationen;
- Synchronisation und Steuerung der auf den Rückkanal zugreifenden Endgeräte;
- Verbindung des oder der Anbieter des interaktiven Dienstes mit dem Satelliten-Netzwerk.

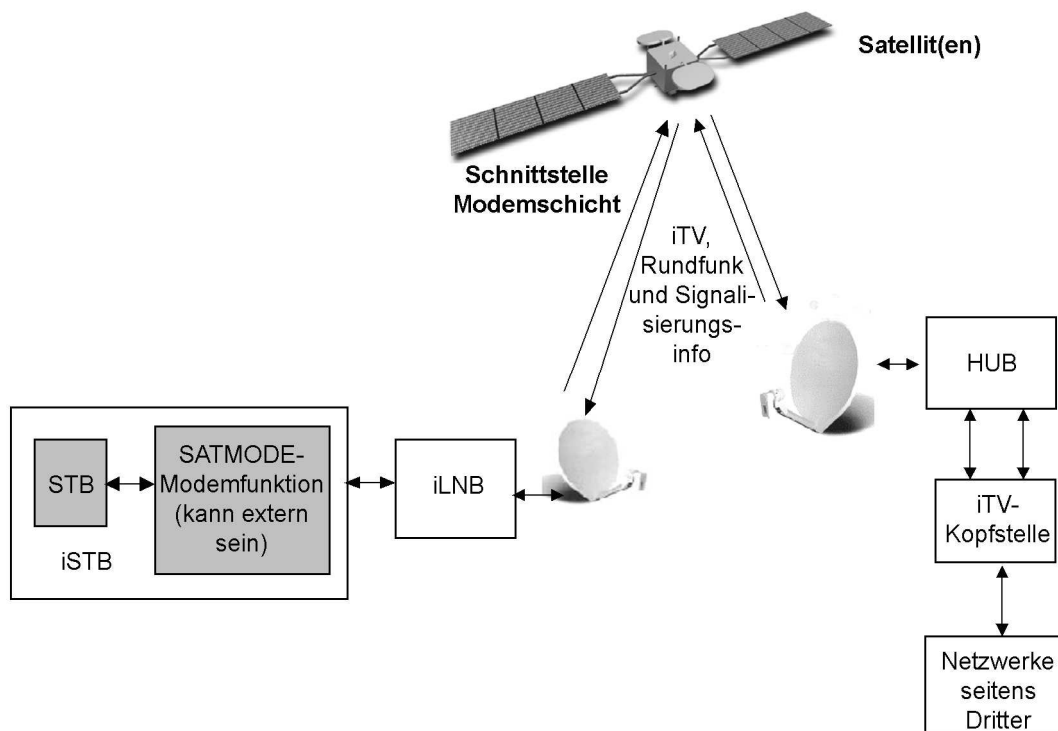


Bild 3 – Beschreibung SATMODE-Gesamtsystem

Obwohl das System keine zusätzlichen Schnittstellen zwischen den Blöcken und Komponenten der Gesamtarchitektur enthält, ist es selbstverständlich, dass diese der technischen Implementierung vorbehalten sind und deshalb in dieser Stufe nicht festgelegt werden. Diese Spezifikation umfasst die für die Definition der Luftschnittstelle notwendigen Schnittstellen (Modemschicht: Bitübertragungsschicht der Luftschnittstelle und Komponenten der Sicherungsschicht). In Bild 3 wird dies an der Stelle „Schnittstelle Modemschicht“, mit dem Ziel der Kompatibilität und Interoperabilität der SATMODE-Endgeräte, festgelegt. In Bild 3 stellt die Kombination der Blöcke STB und SATMODE-Modem einen grundlegenden Fall einer integrierten interaktiven STB (iSTB) dar, welche die Funktionalitäten des SATMODE-Modems beinhaltet.

Bild 4 erläutert den Datenfluss im SATMODE-Konzept.

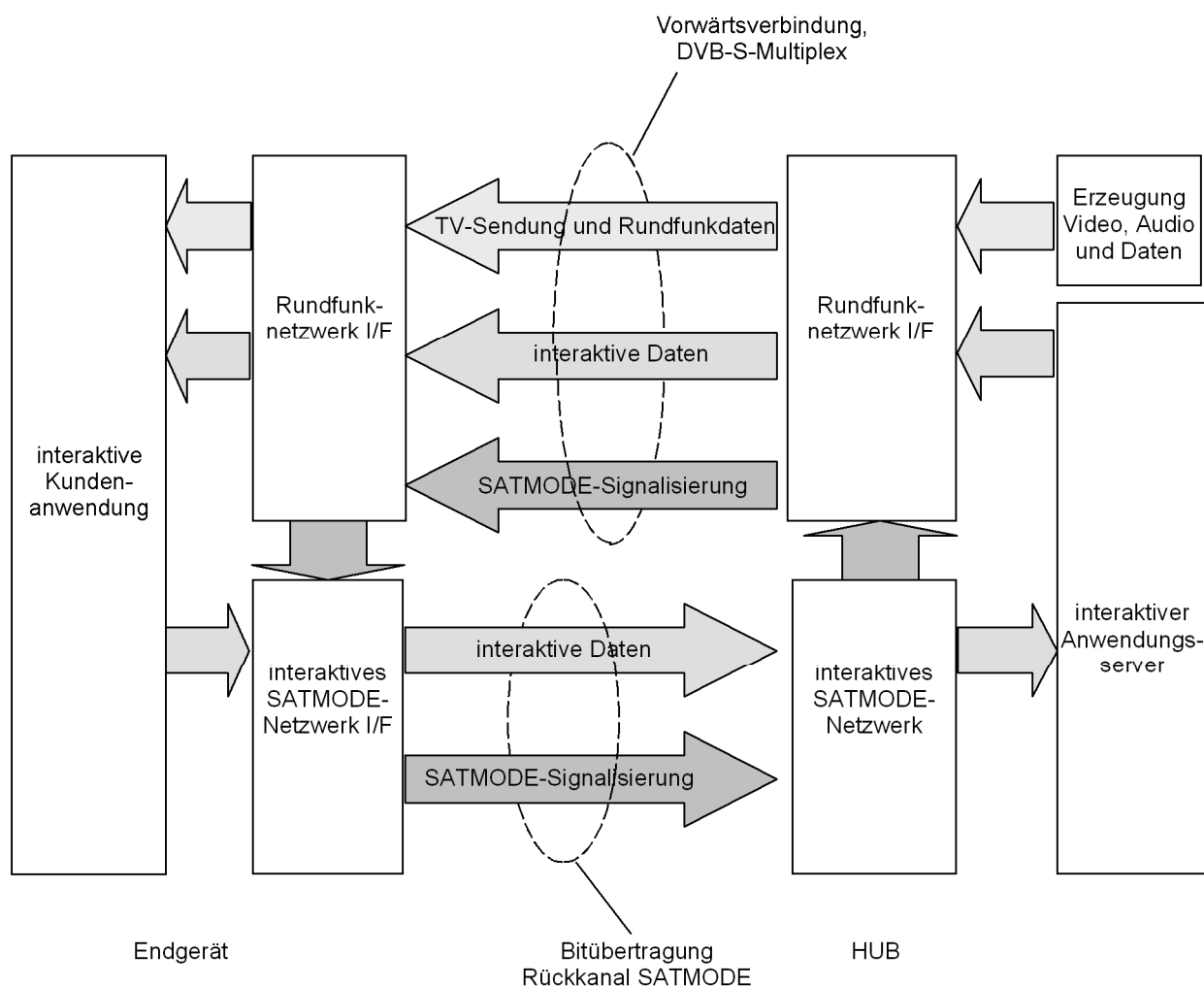


Bild 4 – Daten des interaktiven Datenverkehrs

Das Endgerät stellt zwei Netzwerkschnittstellen zur Verfügung:

- die Schnittstelle zum Rundfunknetzwerk (Rundfunkschnittstellenmodul), die für den Empfang von Daten des vorhandenen (mit den Rundfunkübertragungsverfahren DVB-S und optional DVB-S2 kompatiblen) Rundfunknetzwerks (**Vorwärtskanal**) verwendet wird;
- die Schnittstelle zum SATMODE-Netzwerk (interaktives SATMODE-Schnittstellenmodul), das für das Senden von Daten über das SATMODE-Netzwerk (**Rückkanal**) verwendet wird.

Die Daten im Vorwärtskanal bestehen aus 3 Komponenten:

- Fernsehsendung (Video, Daten, Text) und Rundfunkdaten;
- Daten des interaktiven Datenverkehrs;
- die im Endgerät für die SATMODE-Funktion benötigte **Signalisierung**.

In diesem Zusammenhang werden die **Daten des interaktiven Datenverkehrs** als die zu einem individuellen SATMODE-Endgerät gehörenden Daten definiert.

Die Rückkanaldaten bestehen aus 2 Komponenten:

- Daten des interaktiven Datenverkehrs;
- die im HUB für die SATMODE-Funktion benötigte **Signalisierung**.

Dass das Rundfunknetzwerk ein Buket mit mehreren Multiplexen (mehrere Transponder) für den Vorwärtskanal bereitstellen kann und das Endgerät nur in der Lage ist, zu einem Zeitpunkt von einem Transponder zu empfangen, besteht die Anforderung an das SATMODE-Endgerät, dem HUB zu signalisieren, welcher

Transponder für die Sendung der Daten des interaktiven Datenverkehrs zum Endgerät zu verwenden ist (dies vermeidet, dass die Daten des interaktiven Datenverkehrs an alle Transponder kopiert werden müssen). Diese Signalisierungsinformation ist im „Reply to Field“(RTF)-Parameter enthalten.

Die Signalisierung für den Rückkanal der SATMODE-Funktion wird „innerhalb des Bandes“ ausgeführt. Für den Rückkanal bedeutet dies, dass die Signalisierungsinformation zusammen mit den Daten in einem Datenpaket übertragen wird. Beim Vorwärtskanal werden die Signalisierungsdaten in die gemultiplexten Rundfunkdaten von DVB-S eingebettet.

4 Endgeräteschnittstelle für den Vorwärtskanal

4.1 Rundfunkschnittstelle

Das SATMODE-Endgerät für den Endkunden muss in der Lage sein, digitale Signale nach ETSI EN 300421, ETSI TR 101202, ETSI EN 300802, ETSI EN 300468, ETSI EN 301192, ETSI ETR 154 und optional nach ETSI EN 302307 (DVB-S2-Rundfunkbetrieb) zu empfangen.

4.1.1 Frequenz

Das SATMODE-System ist unabhängig von einem speziellen Frequenzbereich und kann in allen für BSS und FSS verfügbaren Frequenzbändern im Bereich von 10,7 GHz bis 12,75 GHz arbeiten. Das System könnte auch in anderen Frequenzbereichen eingesetzt werden.

4.1.2 Modulation und Codierung

Die Modulation und Codierung erfolgen nach der DVB-S-Spezifikation in ETSI EN 300421 und optional nach der DVB-S2-Spezifikation (ETSI EN 302307, Rundfunkbetrieb). Jede der in Abschnitt 2 aufgeführten DVB-Spezifikationen muss vom SATMODE-System unterstützt werden.

4.1.3 Symbolrate

Das SATMODE-System muss unter den gleichen Bedingungen arbeiten, die für den DVB-S-Kanal gelten. Deshalb dürfen keine weiteren Einschränkungen bezüglich der inhärenten Flexibilität nach der DVB-S-Spezifikation nach ETSI EN 300421 getroffen werden.

4.1.4 Polarisation

Es gibt durch die SATMODE-Spezifikation keine Einschränkungen über die Verwendung der linearen (vertikalen oder horizontalen) oder zirkularen (links oder rechts drehenden) Polarisation.

Das Endgerät muss in der Lage sein, anhand der im DVB-SI-System übertragenen oder manuell eingestellten Information die richtige Polarisation auszuwählen.

4.2 Vorwärts-Interaktionspfad

4.2.1 Interaktiver Datenverkehr für die Vorwärtsdaten

Der HUB muss die Daten für den interaktiven Datenverkehr in einen oder mehrere Transportströme einkapseln. Diese Ströme müssen im Multiplexer gemultiplext werden, um einen oder mehrere Transportströme, wie gefordert, zu bilden. SATMODE stellt keine Anforderungen an das gewählte Einkapselungsverfahren; es sollte jedoch auf den eingeführten DVB-Methoden (einschließlich Datenweiterleitung, MPE, Datenkarussell usw.) beruhen.

4.2.2 Signalisierung Vorwärtskanal

4.2.2.1 SATMODE-Tabellen

Die Deskriptoren und Konfigurationstabellen für den SATMODE-Dienst sind aus existierenden DVB-Tabellen und neuen SATMODE-spezifischen Tabellen hervorgegangen. MPEG-2-PSI-Tabellen, wie die PAT, PMT und DVB-SI-Tabellen, wie NIT, BAT, SDT, EIT und andere, werden in Verbindung mit diesen neuen Tabellen verwendet (nach ETSI EN 300468).

Die SATMODE-Funktion stellt 3 neue Signalisierungstabellen, weiter ausgeführt in Anhang A, für die Sicherungsschicht bereit:

- Frequenzzusammenstellungstabelle (FCT);
- Frequenzzuteilungstabelle (FAT);
- Signalisierungsnachrichtentabelle (SMT).

4.2.2.2 Tabellendefinitionen

Eine kurze Beschreibung des Zwecks dieser Tabellen wird nachstehend erläutert.

– Frequenzzusammenstellungstabelle (FCT)

Diese Tabelle muss dem Endgerät die Informationen über die programmierbaren Parameter bereitstellen, damit unterschiedliche Profile bezüglich Sendefrequenzen, Zeitsteuerung für das Senden, Modulation und Codierung und Datenraten für die Luftschnittstelle unterstützt werden. Die wichtigsten programmierbaren Parameter sind: das spezielle SATMODE-Netzwerk, Strahlungskeulen (en: beams) für den Rückkanal, Anzahl der Trägerfrequenzgruppen, Symbolrate, Frequenz, Frequenzabstand, Anzahl der Trägerfrequenzen innerhalb einer Trägerfrequenzgruppe, Modulationsindex, Modulationstyp, Beschreibung der Codierpolynome, Beschreibung der Verwürfelungseinheiten, Konfiguration des UW.

– Frequenzzuteilungstabelle (FAT)

Diese Tabelle stellt dem Endgerät die Informationen über die Bandbreitenzuteilung (zugewiesene Trägerfrequenzen) jeder COS innerhalb jeder Strahlungskeule und innerhalb jeder Trägerfrequenzgruppe zur Verfügung. Für jede COS stellt die Tabelle auch die Informationen über den Typ der COS, über das Gewicht bei der Prioritätsabarbeitung und über die für die Überlastverwaltung (backoff) verwendeten Parameter bereit.

– Signalisierungsnachrichtentabelle (SMT)

Diese Tabelle unterstützt ein Verfahren zum Senden von Nachrichten an Endgeräte. Nachrichten können an alle (an alle Endgeräte – en: broadcast) gesendet werden, als Gruppenversand (Adressierung einer Gruppe von Endgeräten – en: multicast) oder als Einzelversand (Adressierung eines einzelnen Endgerätes – en: unicast) übertragen werden. Ein Nachrichtentyp liefert Bestätigungen für das ALOHA-Protokoll (ACK), einschließlich einer Rückkopplung der Leistungspegelanzeige durch den HUB. Andere Nachrichtentypen werden verwendet, um Entfernungsinformationen, Freigabe/Sperren der Übertragung und Zuweisung von Gruppenadressen zu ermöglichen.

4.2.2.3 Wiederholungsraten

Die Wiederholungsraten für die Übertragung dieser Tabellen sind in Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1 – Wiederholungsraten

Tabelle	Wiederholungsrate		
	Minimum	Typisch	Maximum
FCT	alle 15 s	ungefähr alle 10 s	alle 5 s
FAT	1 pro Rahmen	entsprechend den betrieblichen Anforderungen	1 pro Sekunde
SMT	0 pro Sekunde	entsprechend den betrieblichen Anforderungen	500 pro Sekunde

4.2.2.4 Identifikation und Ort der Deskriptoren

Tabelle 2 – Identifikation und Ort der Deskriptoren

Deskriptor	Deskriptor-Tag	SDT	PMT
Dienst-Deskriptor (service_descriptor)	0x48	x	–
SATMODE-Dienst-Deskriptor (SATMODE_service_descriptor)	0xF2	x	–
SATMODE-Inhalts-Deskriptor (SATMODE_content_descriptor)	0xF1	–	x
„x“ = vorhanden; „–“ = nicht vorhanden			

4.2.2.5 Dienst-Deskriptor (en: service_descriptor)

Dieser Deskriptor muss in der Schleife der SDT und zugehörigen Dienst-Identifikation (en: service_id) angeordnet werden, wie es in ETSI EN 300468 definiert ist. Die Anwesenheit des Deskriptors zeigt an, dass im Transportstrom eine SATMODE-Signalisierung vorhanden ist. Die zugehörige Dienst-Identifikation ist dieselbe wie die Programmnummer (en: prg_nr) der PMT, die die PIDs für die FCT, FAT und SMT definiert. Der Deskriptor liefert die Bezeichnungen des SATMODE-Betreibers und SATMODE-Dienstes (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 – Dienst-Deskriptor (DVB-SI)

Syntax	Anzahl der Bits		Kürzel für die Information	Wert
	reserviert (siehe Anmerkung in 4.2.2.7)	Information		
service_descriptor() {				
descriptor_tag		8	uimsbf	0x48
descriptor_length		8	uimsbf	
service_type		8	uimsbf	0xC1 (Anmerkung in 4.2.2.7)
service_provider_name_length		8	uimsbf	
for (l=0;l<N;l++){				
char		8	uimsbf	
}				
service_name_length		8	uimsbf	
for (l=0;l<N;l++){				
char		8	uimsbf	
}				
}				

4.2.2.6 SATMODE-Dienst-Deskriptor (en: SATMODE_service_descriptor)

Dieser Deskriptor muss in der Schleife der SDT und zugehörigen Dienst-Identifikation (en: service_id) für die SATMODE-Signalisierung angeordnet werden. Der Deskriptor liefert den mit dem Transportstrom, der die SDT enthält, verknüpften Wert für „Reply To Field“(RTF) (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 – SATMODE-Dienst-Deskriptor

Syntax	Anzahl der Bits		Kürzel für die Information	Wert
	reserviert (siehe Anmerkung in 4.2.2.7)	Information		
SATMODE_service_descriptor() {				
descriptor_tag		8	uimsbf	0xF2 (Anmerkung in 4.2.2.7)
descriptor_length		8	uimsbf	
RTF		8	uimsbf	
}				

4.2.2.7 SATMODE-Inhalts-Deskriptor (SATMODE_content_descriptor)

Der SATMODE-Inhalts-Deskriptor (siehe Tabelle 5) muss in der zweiten Schleife der PMT angeordnet werden. Jeder Deskriptor legt die SATMODE-Tabelle zusammen mit einem Elementar-PID fest.

Tabelle 5 – SATMODE-Inhalts-Deskriptor

Syntax	Anzahl der Bits		Kürzel für die Information	Wert
	reserviert (siehe Anmerkung)	Information		
SATMODE_content_descriptor() {				
descriptor_tag		8	uimsbf	0xF1 (Anmerkung)
descriptor_length		8	uimsbf	
Table_id		8	uimsbf	0x81 (für FCT), 0x82 (für FAT), 0x83 (für SMT), 0x84 (für DMT) (Anmerkung)
}				

ANMERKUNG Um die Interoperabilität zwischen unterschiedlichen SATMODE-Endgeräten zu erleichtern, sind die Werte in den Tabellen 3, 4, und 5 für table_id und descriptor_tag empfohlene Werte. Diese Werte liegen in dem von den Normen für MPEG (EN ISO/IEC 13818-1) und DVB-SI (ETSI EN 300468) für privat zugelassenen Wertebereich.

4.2.2.8 Erfassung der Signalisierung für den Vorwärtskanal

Die PIDs, unter denen die verschiedenen Signalisierungstabellen für den Vorwärtskanal übertragen werden, werden aus der zugehörigen PMT wiedergewonnen, wie dies im folgenden Bild 5 erläutert wird.

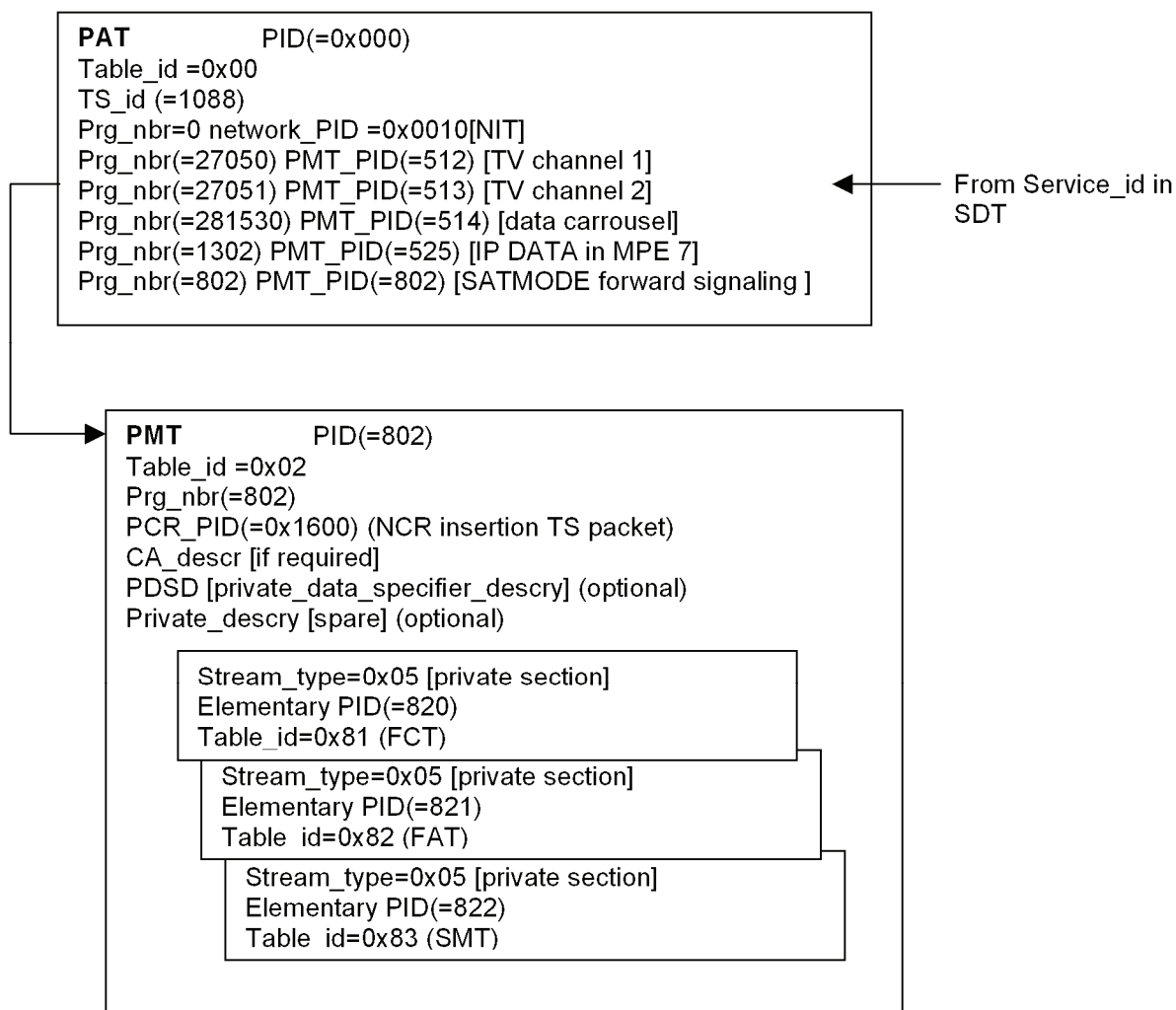


Bild 5 – Tabellen für die Deskriptoren von PAT und PMT

5 Endgeräteschnittstelle für den Rückkanal

5.1 Allgemeines

5.1.1 Zugriffsverfahren

Im Rückkanal wird das Frequenz- und Zeitmultiplex-Zugriffsverfahren (MF-TDMA) eingesetzt, um den Zugriff der Endkunden-Endgeräte auf den HUB zu steuern. MF-TDMA ermöglicht einer Gruppe von SATMODE-Endgeräten mit dem HUB zu kommunizieren, dabei teilen sich die Endgeräte ein Set von Trägerfrequenzen, deren Nutzung in Zeitscheiben unterteilt ist. Hierbei können zwischen den übertragenen Bursts der verschiedenen SATMODE-Endgeräte, die unter derselben Dienstdefinition arbeiten, Kollisionen auftreten. Dies wird in Bild 6 erläutert.

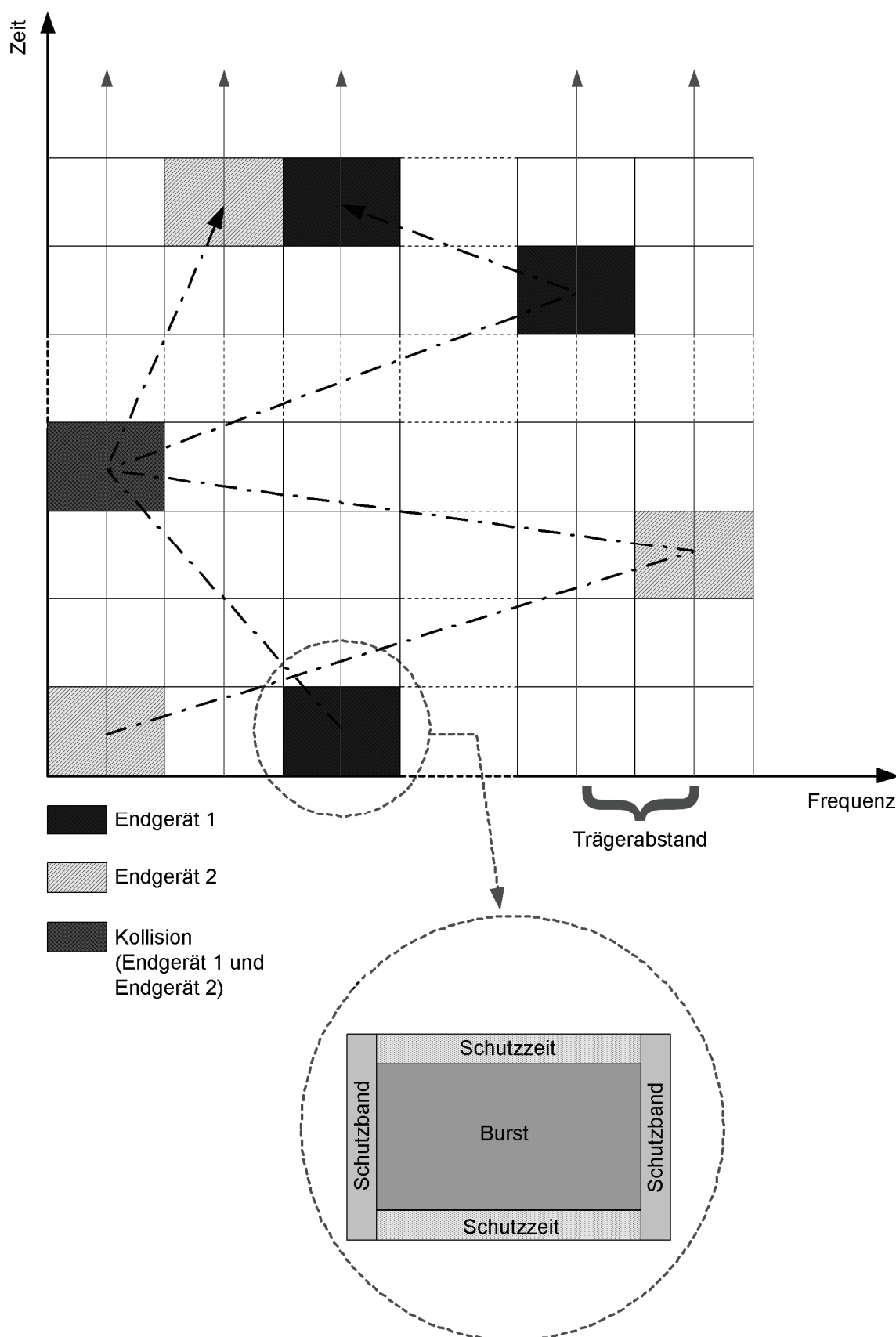


Bild 6 – Zeit- und frequenzunterteiltes ALOHA

5.1.2 Netzwerk

Das SATMODE-Netzwerk ist eine Sammlung von Ressourcen und Diensten, die den SATMODE-Rückkanal bereitstellen, der unter Kontrolle einer einzigen Organisation (Netzwerkbetreiber) steht.

Jedem über einen Satelliten betriebenen Netzwerk wird eine einzigartige Kennung vom Betreiber des Satelliten zugewiesen. Diese ist eine Zahl im Bereich von 0 bis 255 (SATMODE_network_id).

Innerhalb des Netzwerks muss eine einzige FCT bereitgestellt werden.

5.1.3 Strahlungskeulen

Die Strahlungskeule bezieht sich auf einen Transponder für den Rückkanal mit der zugehörigen Bandbreite und geographischen Abdeckung. Ein Netzwerk kann mit mehreren Strahlungskeulen arbeiten.

Innerhalb eines Netzwerks müssen die Strahlungskeulen mit einer Zahl im Bereich von 0 bis 255 (beam_id) identifiziert werden.

Der Netzwerkbetreiber muss jedem Endgerät eine einzige Strahlungskeule zuweisen.

5.1.4 Trägerfrequenzgruppen

Das SATMODE-System basiert auf dem Konzept der Trägerfrequenzgruppen. Eine Trägerfrequenzgruppe ist eine Gruppe von Rückkanalträgern, die die gleichen SATMODE-Parameter für die Bitübertragungsschicht wie Modulationsart, Symbolrate und Codiertrate verwenden. Im SATMODE-Netzwerk werden unterschiedliche Trägerfrequenzgruppen bereitgestellt, um mit verschiedenen Verbindungsbedingungen (Schwunderscheinungen) zurechtzukommen. Die in jeder Strahlungskeule verfügbare Bandbreite wird auf die verschiedenen Trägerfrequenzgruppen aufgeteilt. Jede Trägerfrequenzgruppe besteht aus einem Set benachbarter Trägerfrequenzen.

Die innerhalb jeder Trägerfrequenzgruppe einheitlich festgelegten Parameter der Bitübertragungsschicht sind:

- Codierparameter;
- Modulationsparameter;
- UW-Parameter;
- Symbolrate;
- Anzahl der Trägerfrequenzen;
- Frequenz der ersten (niedrigsten) Trägerfrequenz in der Gruppe;
- Trägerfrequenzabstand innerhalb der Gruppe;
- Dauer der Zeitscheiben;
- Offset des Burstbeginns, bezogen auf den Beginn der Zeitscheibe.

Diese Parameter werden im Vorwärtskanal mittels Frequenzzusammenstellungstabelle (FCT) und Frequenz-zuteilungstabelle (FAT) entsprechend der in Anhang A festgelegten Syntax übertragen.

Die größte Anzahl von Trägerfrequenzgruppen, die festgelegt werden können, ist 6. Trägerfrequenzgruppen werden eindeutig mit ihrer carrier_group_ID, einer Zahl zwischen 0 und 5, identifiziert.

Für jede nächste Trägerfrequenzgruppe in aufsteigender Reihenfolge der carrier_group_ID werden die Parameter der Bitübertragungsschicht so festgelegt, dass die Verbindungsreserve bei klarem Himmel (en: clear sky) 3 dB niedriger ist als die der vorherigen Trägerfrequenzgruppe. Die Trägerfrequenzgruppe, deren ID = 0 ist, entspricht der größten Verbindungsreserve bei klarem Himmel. Diese Trägerfrequenzgruppe wird auch für Installationszwecke eingesetzt. Die Auswahl der Trägerfrequenzgruppe wechselt dynamisch, entsprechend den Schwundbedingungen. Dieses Vorgehen wird in 5.2.3 beschrieben.

5.1.5 Dienste

Das SATMODE-Netzwerk kann mehrere **Dienste** bereitstellen. Jeder Dienst kann durch seine eigene Markenbildung (Handelsname), Verkaufsorganisation, Tarife und Abrechnungsregeln, Verteilungsorganisation, Dienstleistungsorganisation, geographischen Bereich des Dienstes, Bandbreite und Anforderungen an die Qualität des Dienstes gekennzeichnet sein.

Es gibt keine Anforderung, dass jeder Dienst in jeder Strahlungskeule verfügbar sein muss.

Innerhalb eines Netzwerks müssen die Dienste mit einer Zahl im Bereich von 0 bis 255 (SATMODE_service_id) gekennzeichnet werden. Vom Netzbetreiber muss im Netzwerk jedem Endgerät ein einziger Dienst zugewiesen werden. Für jeden Dienst wird eine einzige FAT bereitgestellt, die die Informationen über die Strahlungskeulen, in denen der Dienst verfügbar ist, enthält.

5.1.6 Dienstklasse und Priorität

Jeder Dienst wird in eine Zahl von Dienstklassen (COS) unterteilt. Jede COS entspricht einer Ebene der Dienstqualität und hat eine einzigartige Kennung (COS_ID), eine Zahl im Bereich von 0 bis 6.

Für Installationszwecke wird jeder Dienst mindestens die COS mit COS_ID = 0 und mit COS_ID = 1 unterstützen.

Für den Datenverkehr wird jeder Dienst mindestens eine der 5 möglichen COS unterstützen. Diese sind in Tabelle 6 enthalten, die einen Überblick aller möglichen COS gibt.

Tabelle 6 – Mögliche COS-Typen

Mögliche COS-Typen		
COS_ID = 0	Bursts für die Antennenausrichtung	
COS_ID = 1	Login-Bursts (Entfernungsmessung)	
COS_ID = 2	geschützter Vorwärts- Datenverkehr	höchste Priorität
COS_ID = 3		hohe Priorität
COS_ID = 4		mittlere Priorität
COS_ID = 5		niedrige Priorität
COS_ID = 6	Datenverkehr nach bestem Bemühen (en: best effort)	

Die COS_IDs für den Datenverkehr müssen Werte im Bereich von 2 bis 6 haben. Wird ein Datenpaket mit ACK (geschützt, vorwärts) gesendet, muss es in der COS entsprechend seiner Priorität (COS_ID von 2 bis 5) gesendet werden. Wird das Datenpaket ohne ACK (nach bestem Bemühen) gesendet, muss es zu diesem Zweck in einer separaten COS (COS_ID = 6) gesendet werden (d. h. keine Bestätigung, anonyme und Login-Datenpakete).

Die beiden ersten COS werden für die Installation, Ausrichtung, Synchronisation und Entfernungsmessung verwendet.

Die FAT liefert eine Liste der verfügbaren COS mit ihren Eigenschaften.

5.1.7 Verwendung der physikalischen Ressourcen im Rückkanal

Die Organisation des Netzwerks und der zugehörigen spektralen Ressourcen werden in Bild 7 erläutert. Innerhalb jeder Strahlungskeule wird die verfügbare Bandbreite auf die Trägerfrequenzgruppen aufgeteilt.

Die einer Trägerfrequenzgruppe zugewiesene Bandbreite innerhalb einer Strahlungskeule wird auf die in dieser Strahlungskeule verfügbaren Dienste aufgeteilt (jedem Dienst wird eine Untermenge der Trägerfrequenzen in der Gruppe zugewiesen).

Innerhalb jeder Trägerfrequenzgruppe wird die einem Dienst zugewiesene Bandbreite weiterhin unterteilt in die Dienstklassen (COS), die für diesen Dienst verfügbar sind (jeder COS wird eine Untermenge der dem Dienst zugewiesenen Trägerfrequenzen zugewiesen). Die Organisation der Zeitscheiben wird in 5.2.3.2 erläutert.

COS mit COS_ID = 0 und COS_ID = 1 sind nur in CG0 (Trägerfrequenzgruppe null) verfügbar.

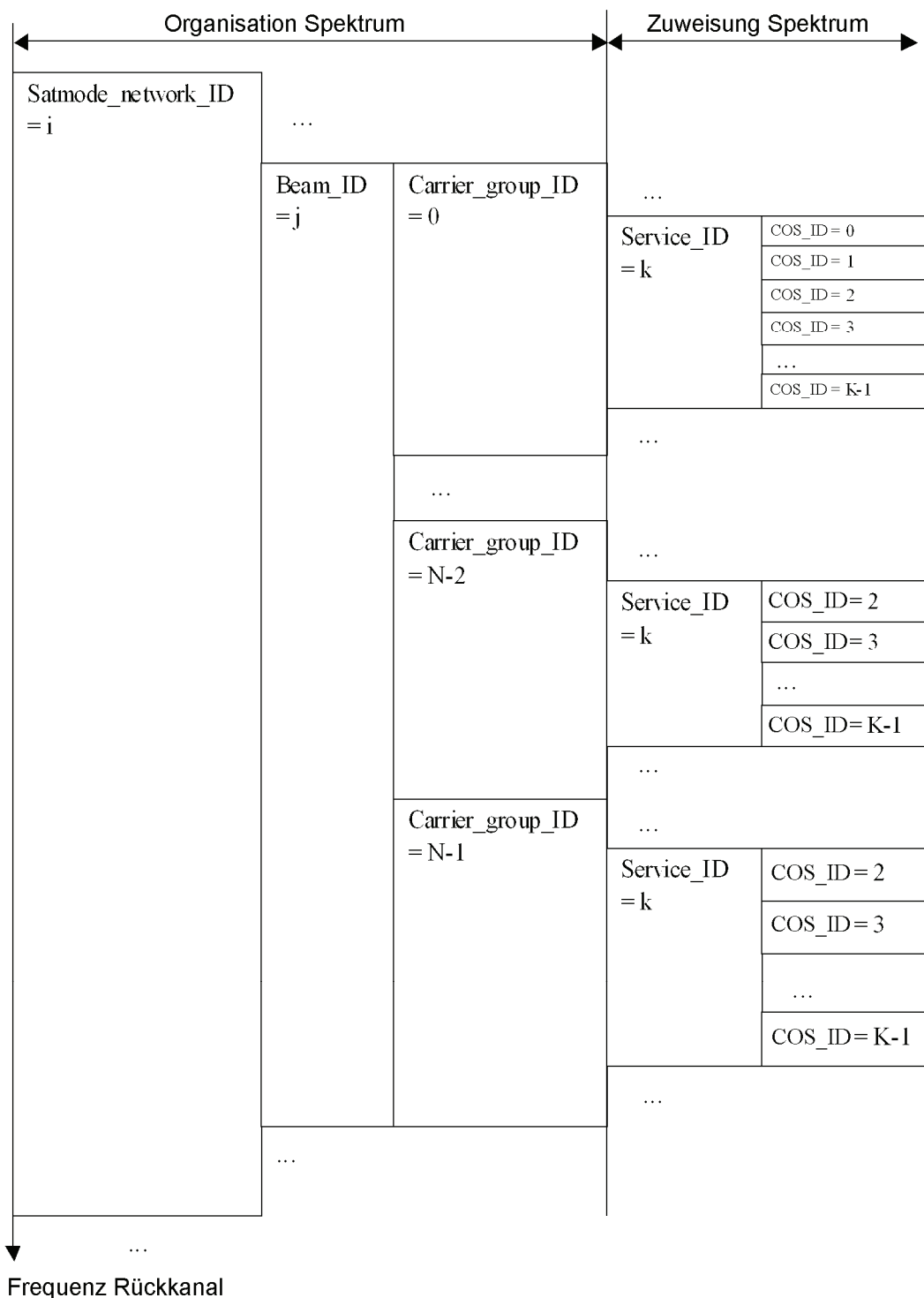


Bild 7 – Organisation des Netzwerks und der spektralen Ressourcen

Kollisionen zwischen SATMODE-Endgeräten auf dem Rückkanal werden mit dem unterteilten ALOHA-Protokoll verwaltet. Hat ein Endgerät ein MAC-Datenpaket einer gegebenen COS zu übertragen, wird das Endgerät Folgendes durchführen:

- Das Endgerät wird seine Schwundbedingungen nach dem in 5.2.3.2 festgelegten Verfahren festlegen und eine entsprechende Trägerfrequenzgruppe auswählen.
- Dann wird das Endgerät zufällig eine für die gewünschte COS reservierte Sende-Trägerfrequenz und Trägerfrequenzgruppe auswählen. Die reservierten Trägerfrequenzen jeder Trägerfrequenzgruppe und jeder COS werden in der FAT übertragen.
- Das Endgerät wird eine Zeitscheibe nach dem ALOHA-Protokoll zur Übertragung von einem Burst mit dem MAC-Datenpaket aussenden. Die Zeitscheiben werden mit dem NCR-Takt synchronisiert. Der NCR-Takt wird in 5.2.1.1 festgelegt. Die Parameter, die die Taktzuordnung festlegen, werden in der FCT übertragen.
- Falls erforderlich, sendet das Endgerät das Datenpaket entsprechend den Protokollfestlegungen erneut.

5.2 Schnittstelle Bitübertragungsschicht

5.2.1 Synchronisation Rückkanal

Die Synchronisation der Endgeräte muss sowohl in der Frequenz als auch in der Zeit erfolgen.

5.2.1.1 Erfassung der Taktreferenz

Das Synchronisationsverfahren basiert auf den mit dem NCR (Referenzzeittakt für das Netzwerk) erhaltenen Informationen.

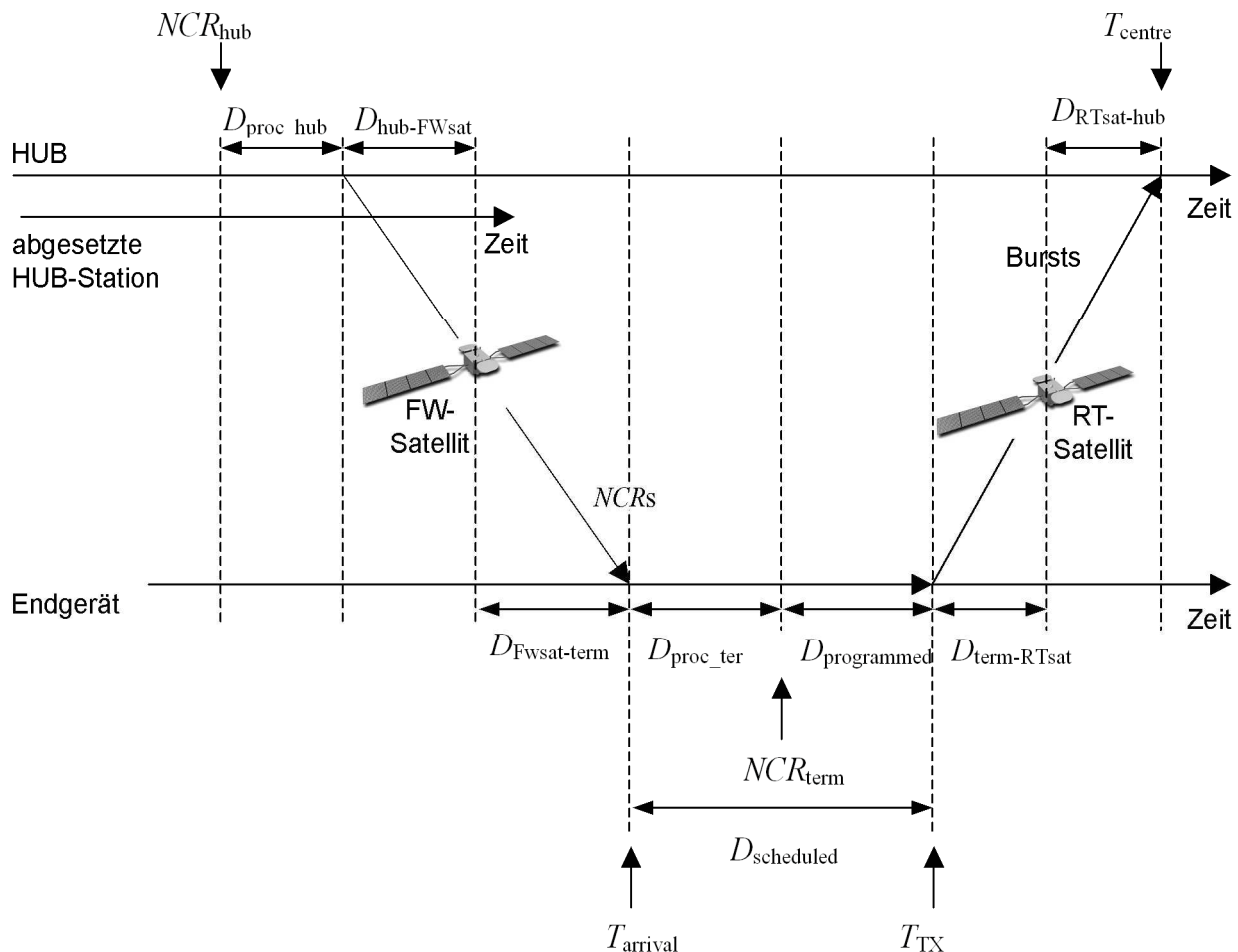
Der NCR wird mit einer speziellen PID im MPEG2-Transportstrom übertragen, der die Vorwärtskanal-Signalisierung enthält. Die NCR-Aussendung erfolgt mit dem PCR-Verteilungsverfahren nach EN ISO/IEC 13818-1, der sich üblicherweise von einem MPEG-Videocoder ableitet, dabei wird aber beim SATMODE-System der NCR vom HUB-Zeittakt abgeleitet. Dargestellt wird der NCR als Zahl in Perioden des 27-MHz-Taktes, angebunden an den HUB-Zeittakt. Der HUB-Zeittakt besitzt eine relative Genauigkeit von 10^{-8} oder besser. Das NCR-Signalisierungsintervall beträgt 40 ms $\pm$ 5 %.

5.2.1.2 Zeitsteuerung der Burstübertragungen

Die NCRs werden vom Endgerät über den Vorwärtskanal empfangen. Das Endgerät rekonstruiert (Zurückgewinnung) den empfangenen NCR-Takt. Der wiederhergestellte NCR-Takt (Endgerät-NCR-Takt) wird vom Endgerät zusammen mit den im Vorwärtskanal übertragenen Parametern zur Zeitsteuerung der Burstübertragungen verwendet (5.2.1.6). Der ursprüngliche HUB-Zeittakt wird vom HUB zur Zeitsteuerung des Datenerfassungsprozesses der Bursts verwendet.

Wird eine abgesetzte HUB-Station eingesetzt, die sich nicht am geographisch gleichen Ort wie der HUB befindet, werden die NCR-Werte angepasst, um die Differenz zwischen der Ausbreitungsverzögerung der abgesetzten HUB-Station zum Satelliten und der Ausbreitungsverzögerung vom HUB zum Satelliten zu kompensieren.

Der NCR-Takt im SATMODE-Endgerät ist gegenüber dem HUB-NCR-Takt verzögert. Die verschiedenen betroffenen Verzögerungen werden in Bild 8 kurz dargestellt. Dieses Bild zeigt auch, wie vom Endgerät die Signalisierungsparameter im Vorwärtskanal zur Bestimmung des Startpunktes der Burstübertragung verwendet werden.



Legende

- D_{proc_hub} = Verarbeitungsverzögerung durch Modulations- und Codierfunktionen im HUB
- $D_{hub-FWsat}$ = Ausbreitungsverzögerung im Vorwärtskanal vom HUB zum Satelliten
- $D_{FWsat-term}$ = Ausbreitungsverzögerung im Vorwärtskanal vom Satelliten zum Endgerät
- D_{proc_term} = Verarbeitungsverzögerung durch Demodulations- und Decodierfunktionen im Endgerät
- $D_{programmed}$ = programmierte Verzögerung im Endgerät
- $D_{scheduled}$ = geplante Verzögerung im Endgerät (Diese Verzögerung kann sich für jedes Endgerät unterscheiden und dient auch dazu, die geographische Position des Endgerätes zu kompensieren.)
- $D_{term-RTsat}$ = Ausbreitungsverzögerung im Rückkanal vom Endgerät zum Satelliten
- $D_{RTsat-hub}$ = Ausbreitungsverzögerung im Rückkanal vom Satelliten zum HUB
- NCR_{hub} = Wert des NCR-Taktes im HUB
- NCR_{term} = wiederhergestellter Wert für den NCR-Takt im Endgerät
- T_{centre} = Mitte des Suchfensters für den Burstbeginn, bezogen auf den NCR-Takt im HUB
- $T_{arrival}$ = Ankunftszeit des NCR-Datenpaketes im Endgerät
- T_{TX} = Beginn der Burstübertragung, bezogen auf den NCR-Takt im Endgerät

Bild 8 – Beschreibung der Verzögerungen zwischen SATMODE-Endgerät und HUB

Vorausgesetzt, dass alle Verzögerungen in Perioden des 27-MHz-Taktes dargestellt werden, können die folgenden Zusammenhänge angewandt werden:

$$NCR_{\text{hub}} = NCR_{\text{term}} + D_{\text{proc_hub}} + D_{\text{hub-FWsat}} + D_{\text{FWsat-term}} + D_{\text{proc_term}}$$

$$T_{\text{centre}} = NCR_{\text{hub}} + D_{\text{proc_hub}} + D_{\text{hub-FWsat}} + D_{\text{FWsat-term}} + D_{\text{proc_term}} + D_{\text{programmed}} + D_{\text{term-RTsat}} + D_{\text{RTsat-hub}}$$

Der HUB wird die Verzögerungen $D_{\text{proc_hub}}$, $D_{\text{hub-FWsat}}$, $D_{\text{FWsat-term}}$, $D_{\text{scheduled}}$, $D_{\text{term-RTsat}}$, $D_{\text{RTsat-hub}}$ durch Anpassen der Mitte des Suchfensters für den Burstbeginn, entsprechend der letzten Gleichung, kompensieren.

Das Endgerät wird eine Zeitscheibe für die Übertragung nach der in der FCT und der FAT vorgegebenen Rahmenstruktur auswählen (siehe Bild 9).

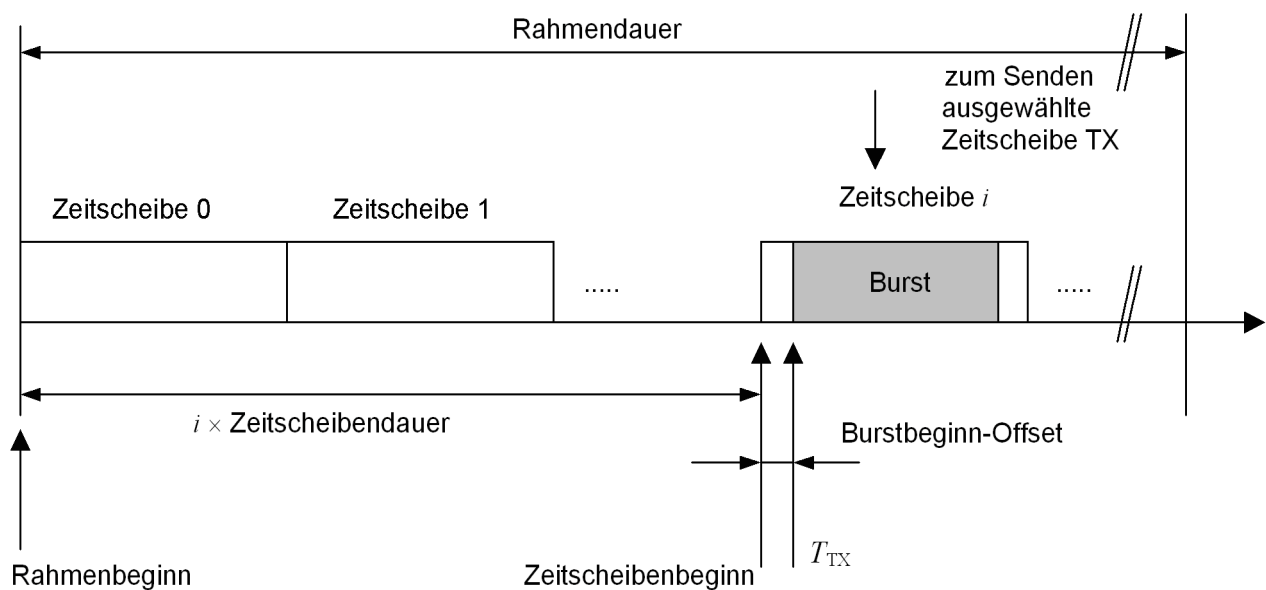


Bild 9 – Signalisierungsparameter Vorwärtskanal

Die Rahmenstruktur wird in der FCT und der FAT mit folgenden Parametern definiert:

- Zeitscheibendauer (dargestellt in Perioden des 90-kHz-Taktes, durch Division von 27 MHz durch 300);
- Burstbeginn-Offset (dargestellt in Perioden des 27-MHz-Taktes);
- Rahmendauer (dargestellt in Perioden des 27-MHz-Taktes).

Der Burstbeginn T_{TX} ergibt sich unter Bezug auf den Rahmenbeginn aus folgendem Ausdruck:

$$T_{\text{TX}} = \text{Rahmenbeginn} + i \times \text{Zeitscheibendauer} \times 300 + \text{Burstbeginn-Offset}$$

Der Beginn des aktuellen Rahmens muss aus dem aktuellen Wert des wiederhergestellten NCR-Taktes (NCR_{term}) und einem Rahmenbeginn-Nullpunkt der Vergangenheit (bezogen auf den NCR-Takt) mit dem in Bild 10 festgelegtem Verfahren abgeleitet werden.

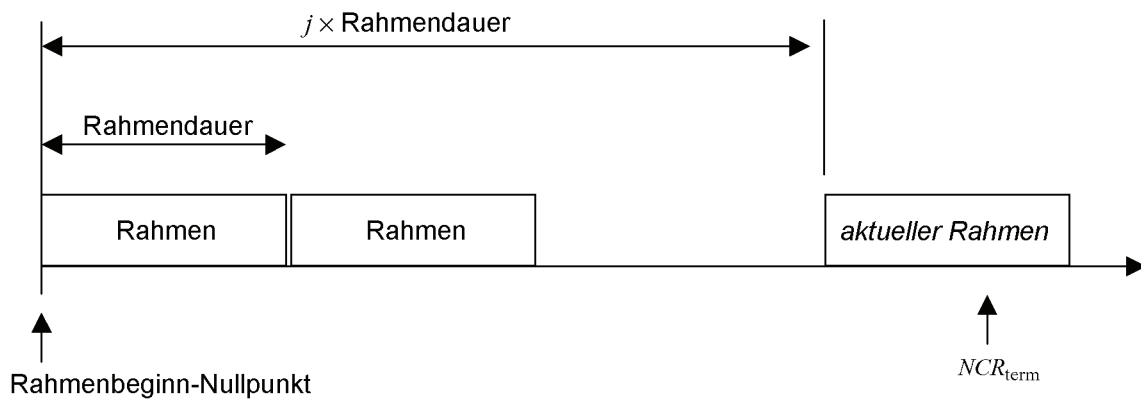


Bild 10 – Rahmenbeginn-Nullpunkt

Der Rahmenbeginn-Nullpunkt ergibt sich aus folgendem Ausdruck:

$$\text{Rahmenbeginn-Nullpunkt} = \text{Rahmenstart}_{\text{FAT}} \times 300 + D_{\text{programmed}}$$

Dabei ist

Rahmenstart_{FAT} der im entsprechenden Feld der aktuell gültigen FAT festgelegte Parameter (dargestellt in Perioden des 90-kHz-Taktes);

dabei wird die programmierte Verzögerung $D_{\text{programmed}}$ in Perioden des 27-MHz-Taktes dargestellt.

Die vom Endgerät angewandte programmierte Verzögerung $D_{\text{programmed}}$ ergibt sich aus der geplanten Verzögerung $D_{\text{scheduled}}$ wie folgt:

$$D_{\text{programmed}} = D_{\text{scheduled}} - D_{\text{proc_term}}$$

Dabei ergibt sich die geplante Verzögerung $D_{\text{scheduled}}$ aus den im Vorwärtskanal übertragenen Parametern **time_correction** und **min_delay**:

$$D_{\text{scheduled}} = (\text{min_delay} + \text{time_correction}) \times 300$$

Der Parameter **min_delay** (dargestellt in Perioden des 90-kHz-Taktes) wird in der FCT übertragen.

Der Parameter **time_correction** (ebenfalls dargestellt in Perioden des 90-kHz-Taktes) wird in der SMT übertragen und wird während der Installationsprozedur (Entfernungsmessung) ermittelt. Der Vorgabewert für den Parameter **time_correction** ist 0.

Die genaue Definition der Ankunftszeit T_{arrival} , die dazu dient, die Verarbeitungsverzögerung $D_{\text{proc_term}}$ zu bestimmen, wird detailliert in Anhang B angegeben.

5.2.1.3 Genauigkeit der Sendefrequenz

Die Sendefrequenz TX_freq muss folgende Ungleichung erfüllen:

$$\left| \frac{TX_freq}{nom_TX_freq} \cdot \frac{27MHz}{ideal_rec_NCR_freq} - 1 \right| \leq 0,85E-8$$

Dabei ist

nom_TX_freq die in der Signalisierung des Vorwärtskanals festgelegte Nennsendefrequenz;

$ideal_rec_NCR_freq$ die ideal wiederhergestellte NCR-Taktfrequenz, definiert als HUB-NCR-Taktfrequenz zuzüglich den durch den Doppler-Effekt im Vorwärtskanal verursachten Frequenzversatz.

5.2.1.4 Zeitgenauigkeit für die Burstaussendung

Die Zeitgenauigkeit für die Burstaussendung muss innerhalb 1 NCR-Basiseinheit (11 µs) sein.

5.2.1.5 Synchronisation des Symboltakts

Der Sendesymboltakt im Endgerät muss sich auf den wiederhergestellten NCR-Takt beziehen. Die Genauigkeit vom Symboltakt muss innerhalb 20 ppm des Nennwertes der in der FCT angegebenen Symbolrate liegen (siehe Anhang A). Die Symbolrate muss eine Kurzzeitstabilität besitzen, die den Zeitfehler für jedes Symbol in einem Burst auf 1/20 der Symboldauer begrenzt.

5.2.1.6 Verfahren für Login und Senderausrichtung

5.2.1.6.1 Betriebszustände Endgerät

Das Zustandsdiagramm für das erforderliche Verhalten des Endgerätes zeigt Bild 11.

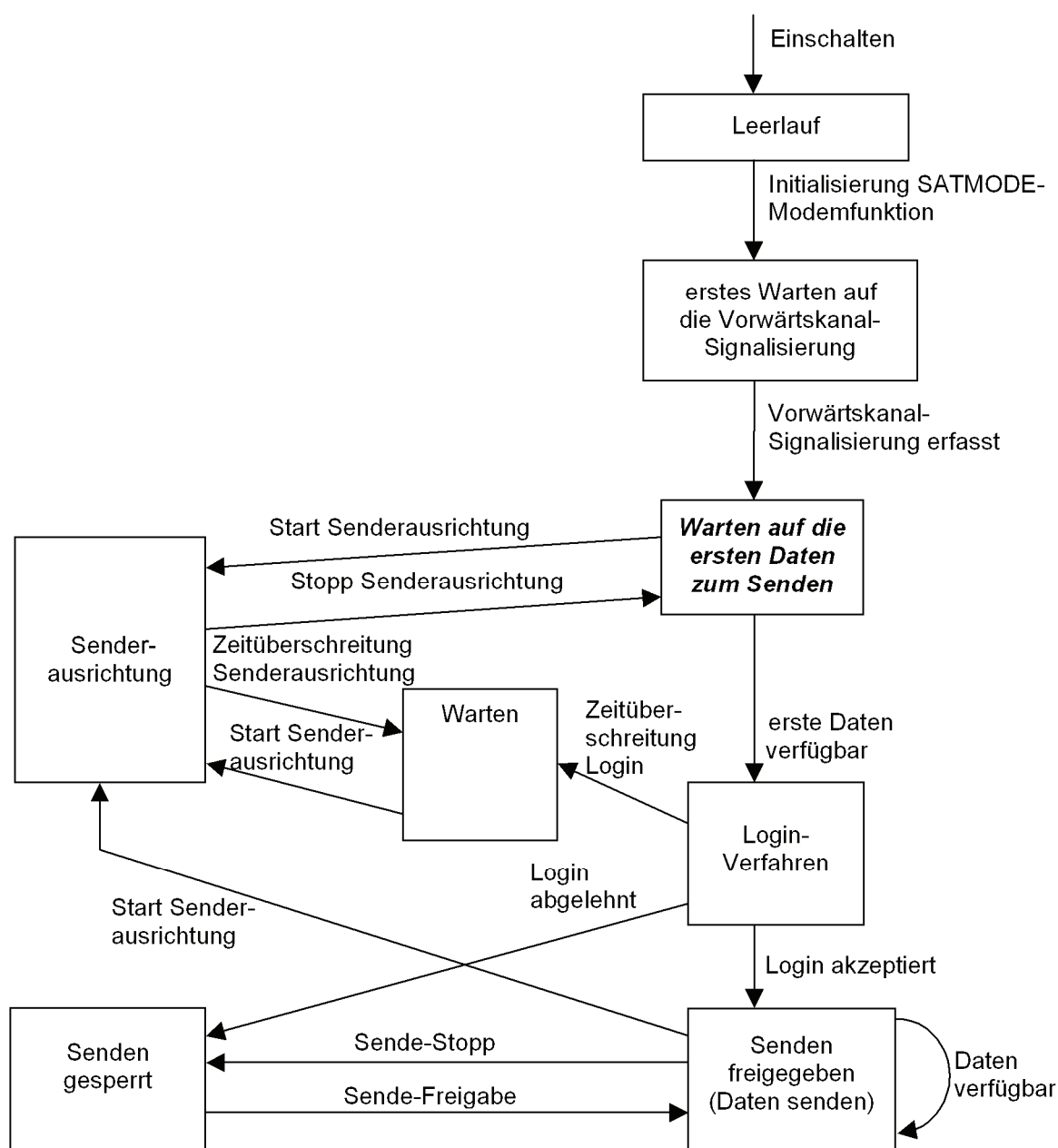


Bild 11 – Betriebszustände im Endgerät

Die Zustände sind in Tabelle 7 definiert.

Tabelle 7 – Definition der Zustände für Login und Senderausrichtung

Zustand	Definition
Leerlauf	Das Endgerät ist bereit, Kommandos von der Steuerebene zu empfangen. Das Endgerät darf nicht senden.
Erstes Warten auf die Vorwärtskanal-Signalisierung	Das Endgerät ist initialisiert, um die Vorwärtskanal-Signalisierung zu erfassen. Diese Erfassung ist im Gang und das Endgerät darf nicht senden.
Warten auf die ersten Daten zum Senden	Das Endgerät hat die Vorwärtskanal-Signalisierung erfasst, es stehen keine Daten zur Sendung zur Verfügung. Das Endgerät sendet nicht.
Login-Verfahren	Das Endgerät sendet so lange Login-Bursts, bis das Login vom HUB akzeptiert oder abgelehnt wurde. Bei nicht vorhandener Antwort vom HUB wird die Sendung, nachdem eine Zeitüberschreitung erfolgt ist, gestoppt.
Senderausrichtung	Das Endgerät sendet Bursts zur Antennenausrichtung.
Warten	Das Endgerät wird von der Netzwerkverwaltung nicht gesteuert und darf nicht senden.
Sende-Stopp	Das Endgerät wird von der Netzwerkverwaltung gesteuert und darf nicht senden.
Sende-Freigabe	Dies ist der Zustand für den üblichen Betrieb. Das Endgerät überträgt Daten, falls diese verfügbar sind.

Aus Gründen der deutlicheren Darstellung werden folgende Übergänge nicht gezeigt, müssen aber implementiert werden:

- Nach einem Rücksetz-Kommando mittels Software muss das Endgerät aus jedem Zustand in den Zustand „Leerlauf“ wechseln.
- Jeder Zustand (Kommandos siehe Tabelle 8), ausgenommen „Leerlauf“ und „erstes Warten auf die Vorwärtskanal-Signalisierung“, hat einen zugehörigen Zustand „Warten auf den Status des Vorwärtskanals“, in dem das Endgerät nicht senden darf. Das Endgerät muss in diesen zugehörigen Zustand „Warten auf den Status des Vorwärtskanals“ übergehen, sobald die Signalisierung verloren wird, und in den Originalzustand zurückkehren, sobald die Signalisierung wiedergewonnen wird.

Tabelle 8 – Kommandos

Kommando	Kanal
Start Senderausrichtung	Kontroll-Kanal zwischen Anwendungsschicht und SATMODE-Modemschicht
Stopp Senderausrichtung	Kontroll-Kanal zwischen Anwendungsschicht und SATMODE-Modemschicht
Software-Rücksetzen	Kontroll-Kanal zwischen Anwendungsschicht und SATMODE-Modemschicht, SMT
Login-Akzeptanz	SMT
Login-Ablehnung	SMT
Sende-Freigabe	SMT
Sende-Stopp	SMT

5.2.1.6.2 Login-Verfahren

Stehen die ersten Daten für die Übertragung nach dem Einschalten des Endgerätes oder nach der Senderausrichtung zur Verfügung, wird das Login-Verfahren gestartet. Während des Login-Verfahrens führt das Endgerät ein Synchronisationsverfahren durch, um die durch die geographische Position verursachte Abweichung der Ausbreitungsverzögerung zu kompensieren. Dieses Login-Verfahren ist in Bild 12 angegeben.

Es wird die Trägerfrequenzgruppe mit den besten Verbindungsbedingungen (carrier_group_ID = 0) für die Login-Bursts verwendet. Diese Trägerfrequenzgruppe ist so definiert, dass sich ein Schutzabstand von mindestens 4 ms ergibt. Die COS mit COS_ID = 1 ist für das Login bestimmt.

Das Endgerät wird mit dem Senden von Installations-Bursts beginnen, dabei wird der in 5.2.1.2 definierte Parameter `time_correction` auf 0 gesetzt. Der HUB antwortet mit der Nachricht `login_message` in der SMT, die den korrekten Parameterwert für `time_correction` enthält, der für die Bursts des Datenverkehrs verwendet werden sollte. Nach dem Empfang der SMT wird das Endgerät den Wert für `time_correction` speichern und in den Bereitschaftszustand gehen. Das Endgerät sendet so lange Installationsbursts, bis eine SMT mit einer Nachricht für `time_correction` eintrifft. Empfängt das Endgerät nach einer festgelegten Anzahl von Versuchen keine SMT, wird es in den Aus-Zustand übergehen.

Es gibt kein spezielles Burst-Format für die Installation. Das Burst-Format ist für die Installation und den Datenverkehr gleich. Der für das Login-Verfahren verwendete Burst enthält das MAC-Datenpaket für das Login.

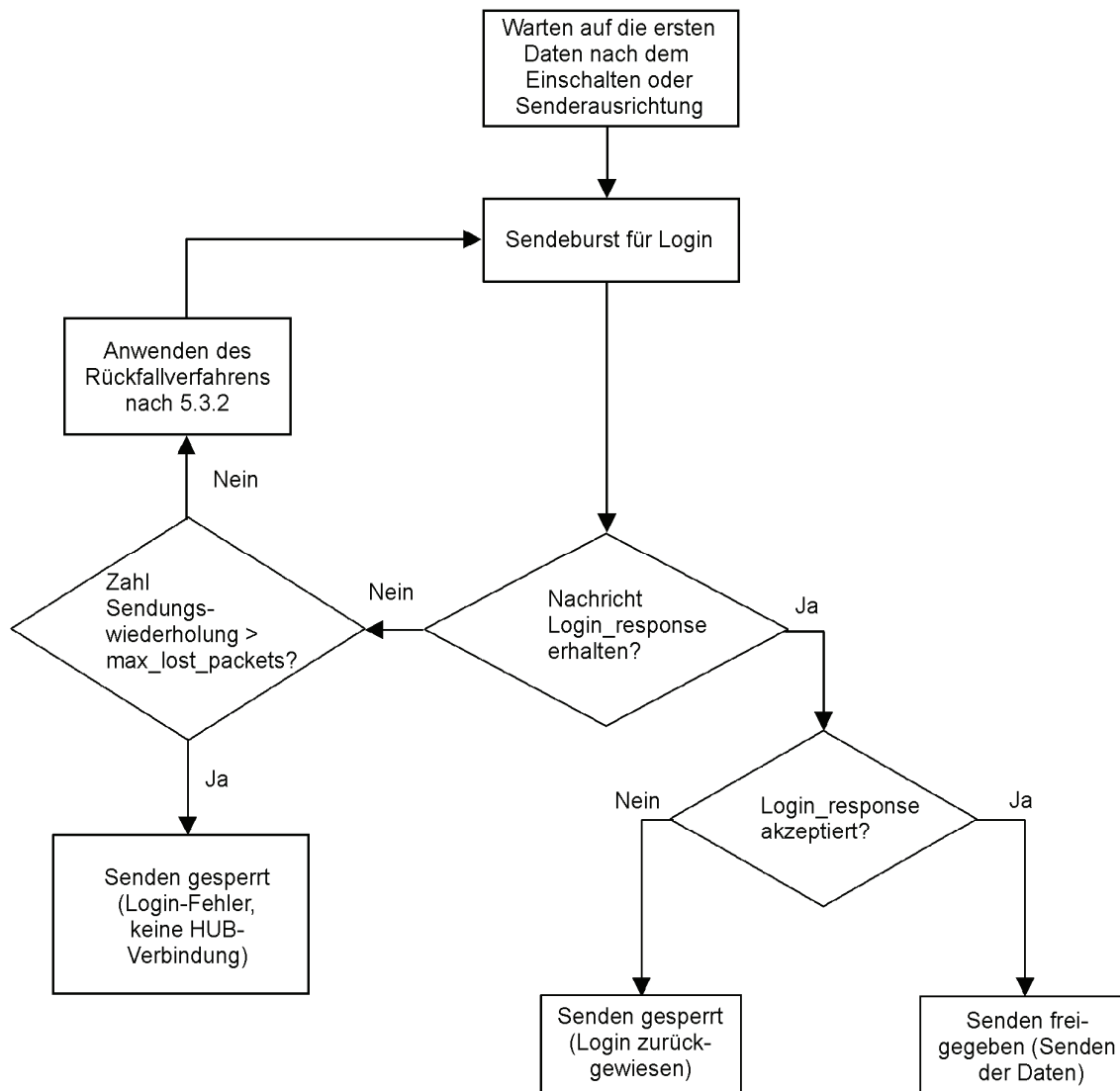


Bild 12 – Login-Verfahren^{N1)}

5.2.1.6.3 Verfahren zur Senderausrichtung

Das Endgerät unterstützt ein Verfahren zur Feinausrichtung der Antenne, in dem Bursts zum HUB übertragen werden. Der HUB gibt mit den ACK-Meldungen in der SMT eine Rückmeldung über die empfangene Signalqualität. Das Burstformat für die Senderausrichtung ist die gleiche wie für Daten. Das Verfahren zur Senderausrichtung wird von der Anwendungsschicht mit folgenden Kommandos gestartet oder gestoppt. Verwendet wird dabei `carrier_group = 0` und `COS = 0`.

^{N1)} Die beiden Ausgänge aus dem Bedingungsblock „Login_response akzeptiert?“ wurden in der englischen Originalfassung fälschlicherweise vertauscht.