

DIN EN 62002-1



ICS 33.170

Ersatz für
DIN EN 62002-1:2007-03
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Mobiler und tragbarer Funkzugang zu DVB-T/H –
Teil 1: Festlegung der Schnittstelle (IEC 62002-1:2008 +
Corrigendum 2008);
Deutsche Fassung EN 62002-1:2008**

Mobile and portable DVB-T/H radio access –
Part 1: Interface specification (IEC 62002-1:2008 + corrigendum 2008);
German version EN 62002-1:2008

Accès radio DVB-T/H vers les mobiles et les portables –
Partie 1: Spécification de l'interface (CEI 62002-1:2008 + corrigendum 2008);
Version allemande EN 62002-1:2008

Gesamtumfang 72 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2008-06-01 angenommene EN 62002-1 gilt als DIN-Norm ab 2008-12-01.

Daneben darf DIN EN 62002-1:2007-03 noch bis 2011-06-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 62002-1:2007-09.

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 (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62002-1:2007-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 9.4.2 wurde neu hinzugefügt;
- b) 9.4.3 wurde um Festlegungen erweitert;
- c) 10.6.2 wurde neu hinzugefügt;
- d) 10.6.3.3 und 10.6.3.4 wurden neu hinzugefügt;
- e) die Festlegungen in 10.7 wurden ergänzt und um Unterabschnitte erweitert;
- f) die Kompatibilitätsanforderungen in 11.1.2.2 wurden geändert;
- g) Anhang A wurde grundlegend überarbeitet und um neue Festlegungen ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62002-1: 2007-03

Mobiler und tragbarer Funkzugang zu DVB-T/H –
Teil 1: Festlegung der Schnittstelle
(IEC 62002-1:2008 + Corrigendum 2008)

Mobile and portable DVB-T/H radio access –
Part 1: Interface specification
(IEC 62002-1:2008 + corrigendum 2008)

Accès radio DVB-T/H vers
les mobiles et les portables –
Partie 1: Spécification de l'interface
(CEI 62002-1:2008 + corrigendum 2008)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2008-06-01 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

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62002-1:2008 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 100/1289/CDV, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 62002-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 100, „Audio, video and multimedia systems and equipment“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2008-06-01 als EN 62002-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 62002-1:2006.

Gegenüber EN 62002-1:2006 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- DVB-H wurde als Teil der Hauptfestlegung einbezogen;
- alle Leistungswerte wurden überarbeitet, da sowohl neue Simulationsergebnisse verfügbar geworden sind als auch neue Referenzempfänger für DVB-H entwickelt worden sind;
- DVB-H enthält jetzt alle unterschiedlichen MPE-FEC-Coderaten;
- neue portable Innen- und portable Außenkanalmodelle sowie deren Leistungswerte wurden aufgenommen;
- es wurde ein neuer mobiler 2x-TU-6-SFN-Testkanal eingeführt;
- ein neues lineares L4-Prüfmuster wurde hinzugefügt;
- bestimmte Leistungswerte von DVB-H für S1-, S2- und L1- bis L4-Störmuster wurden einbezogen;
- ein neues Messverfahren für GSM-Störungen wurde hinzugefügt.

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): 2009-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2011-06-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62002-1:2008 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Abkürzungen	9
4 Kategorien der Endgeräte	12
5 Festlegung der Empfangsbedingungen	12
5.1 Portabler Empfang	12
5.2 Mobiler Empfang	13
6 Frequenzen und Bandbreiten der Kanäle	13
6.1 Kanalfrequenzen	13
6.2 Unterstützte Frequenzbereiche	14
6.3 Unterstützte Bandbreiten	15
7 DVB-T/H-Betriebsarten	15
7.1 Unterstützte DVB-T/H-Betriebsarten	15
7.2 Ändern der Modulationsparameter	15
7.3 Abstimmverfahren	15
8 Leistungswerte des Senders	15
8.1 Rauschähnliche Verschlechterung des Senders	15
8.1.1 Rauschähnliche Prozesse	15
8.2 Weitere Verschlechterung des Senders	17
8.2.1 Fehler der Gruppenlaufzeit	17
8.2.2 Phasenrauschen in OFDM-Systemen	17
8.2.3 OFDM-Taktfrequenz	18
8.3 Spektrummasken	18
8.3.1 DVB-T-Signale (allgemein)	18
8.3.2 DVB-T-Signale (kritische Fälle)	18
8.3.3 DVB-T-Signale (DVB-T im Nachbarkanal)	18
9 Kennwerte der Empfängerantennen	19
9.1 Antennen für Endgeräte der Kategorie a	19
9.2 Antennen für Endgeräte der Kategorie b1	19
9.3 Antennen für Endgeräte der Kategorien b2 und c	20
9.4 Externe Antennen	20
9.4.1 Allgemeines	20
9.4.2 Externe Antennen für Endgeräte der Kategorien b2 und c	20
9.4.3 Steckverbindung für externe Antennen	21
10 Leistungswerte des Empfängers	22
10.1 Bezugsmodell	22

	Seite
10.2 Rauschmodell.....	22
10.3 Fehlerpunkt-Kriterien.....	24
10.4 Diversityempfänger.....	26
10.5 DVB-H-Empfänger.....	26
10.6 Kanalmodelle.....	27
10.6.1 DVB-T-Rayleigh-Kanal (P_1).....	27
10.6.2 Portable Innen- (PI) und portable Außenkanäle (PO).....	28
10.6.3 Mobiler Empfang.....	29
10.7 C/N -Leistungswerte.....	34
10.7.1 C/N -Leistungswerte im Gaußschen Kanal.....	34
10.7.2 C/N -Leistungswerte im DVB-T-Rayleigh-Kanal (P_1).....	35
10.7.3 C/N -Leistungswerte in portable Innen- (PI) und portablen Außenkanälen (PO).....	36
10.7.4 DVB-T- C/N -Leistungswerte in mobilen Kanälen für Endgeräte der Kategorie a.....	38
10.7.5 DVB-H- C/N -Leistungswerte im portablen Kanal.....	39
10.8 Mindest- und Höchst-Signalpegel für den Empfängereingang.....	40
10.8.1 Eigenrauschen.....	40
10.8.2 Mindest-Eingangspegel (Empfindlichkeit).....	40
10.8.3 Maximale Gesamtleistung von Nutzsignalen und unerwünschten Signalen.....	40
10.8.4 Maximale Eingangspegel für Nutzsignale und unerwünschte Signale.....	41
10.9 Störfestigkeit gegen analoge und/oder digitale Signale in anderen Kanälen.....	42
10.9.1 Allgemeines.....	42
10.9.2 Definitionen der Störsignale.....	42
10.9.3 Prüfmuster für Selektivität.....	44
10.9.4 Prüfmuster für Linearität.....	44
10.9.5 Störfestigkeit gegen Prüfmuster S1.....	44
10.9.6 Störfestigkeit gegen Prüfmuster S2.....	46
10.9.7 Störfestigkeit gegen Prüfmuster L1.....	47
10.9.8 Störfestigkeit gegen Prüfmuster L2.....	48
10.9.9 Störfestigkeit gegen Prüfmuster L3.....	49
10.9.10 Störfestigkeit gegen Prüfmuster L4.....	50
10.10 Störfestigkeit gegen Gleichkanalstörung von analogen Fernsehsignalen.....	51
10.11 Verwendung von Schutzintervallen in Gleichwellennetzen.....	52
10.11.1 Leistungswerte mit Echo innerhalb des Schutzintervalls.....	52
10.11.2 Leistungswerte mit Echo außerhalb des Schutzintervalls.....	52
10.12 Verträglichkeit mit Impulsstörungen.....	54
10.12.1 Allgemeines.....	54
10.12.2 Prüfmuster.....	55
10.13 EMC-Kennwerte.....	56
10.13.1 Endgeräte der Kategorie c.....	56

	Seite
10.13.2 Endgerät der Kategorien a und b	56
11 Kompatibilität mit weiteren Funksystemen	57
11.1 Mobilfunkgeräte	57
11.1.1 Allgemeines	57
11.1.2 Störungen des Nutzsignals der Mobilfunk-Aufwärtsstrecke in den DVB-T/H-Empfänger	58
11.1.3 Störung durch das Störsignal der Mobilfunk-Aufwärtsstrecke in den DVB-T/H-Empfänger	59
11.2 DVB-RCT	60
Anhang A (informativ) Aktive externe Antennen und Systemeigenrauschen	61
Anhang B (informativ) Beispiel der C/N -Leistungswerte mit einem praktikablen Sender	65
Anhang C (informativ) Mehrwegeempfang in einem DVB-T-System	66
Literaturhinweise	69
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	70
Bilder	
Bild 1 – Bezugsmodell	22
Bild 2 – Rauschmodell	23
Bild 3 – Diversityantennen-Empfänger	26
Bild 4 – Verhalten des Empfängers in einem mobilen Kanal	30
Bild 5 – C/N -Verhalten des DVB-H-Referenzempfängers im mobilen Kanal	31
Bild 6 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit schwachem langem Echo	32
Bild 7 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit starkem langem Echo	33
Bild 8 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit starkem kurzem Echo	34
Bild 9 – PAL-Störsignale	43
Bild 10 – SECAM-L-Störsignal	43
Bild 11 – Prüfmuster S1 bei $N + 1$ oder $N - 1$	45
Bild 12 – Prüfmuster S2 bei $N + 1$ oder $N - 1$	46
Bild 13 – Prüfmuster L1	48
Bild 14 – Prüfmuster L2	49
Bild 15 – Prüfmuster L3	50
Bild 16 – Prüfmuster L4	51
Bild 17 – Maske für Echo außerhalb des Schutzintervalls	53
Bild 18 – Maske für Echo außerhalb GI für $GI = 1/4$	54
Bild 19 – Definition der Prüfmuster für Impulsstörungen	55
Bild 20 – Architekturen des Endgerätes	57
Bild 21 – Frequenzbänder	58
Bild 22 – GSM-TX-Blockschaltbild	59
Bild 23 – Maske für das TX-Störgeräusch des PA am DVB-T/H-Empfängereingang	60
Bild A.1 – Systemeigenrauschen gegen Empfängerrauschwerte für unterschiedliche Pegel der künstlichen Rauschbelastung F_a in Bezug auf T_0	64

	Seite
Bild C.1 – Theoretische Grenzen der Laufzeit außerhalb der Schutzintervalle	66
Bild C.2 – DVB-T-Modell – Aufspalten der Signalleistung in Nutz- und Störkomponenten.....	66
Bild C.3 – Theoretisches Profil der Echoleistung für 8k, 64 QAM, 2/3	68
Tabellen	
Tabelle 1 – Unterstützte Frequenzbereiche	14
Tabelle 2 – Umsetzung von <i>MER</i> in <i>END</i>	16
Tabelle 3 – Typischer Antennengewinn für Endgeräte der Kategorien b2 und c.....	20
Tabelle 4 – Beschreibung der optionalen Antennenversorgung	21
Tabelle 5 – Modulation gegenüber der Implementierungsspanne	23
Tabelle 6 – Deltawerte zwischen Bildfehlerpunkt und Bezugs- <i>BER</i>	25
Tabelle 7 – Annäherung des DVB-T-festgelegten Rayleighkanals	27
Tabelle 8 – Festlegungen von Dopplerspektren für PI- und PO-Kanäle	28
Tabelle 9 – Festlegung des PI-Kanals.....	28
Tabelle 10 – Festlegung des PO-Kanals.....	29
Tabelle 11 – Zusammensetzung des typisch städtischen Profils (TU6).....	29
Tabelle 12 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit schwachem langem Echo	31
Tabelle 13 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit starkem langem Echo	32
Tabelle 14 – Testkanal für mobile SFN-Synchronisation mit starkem kurzem Echo	33
Tabelle 15 – DVB-T <i>CIN</i> (dB) für Bezugs- <i>BER</i> im Gaußschen Kanal.....	35
Tabelle 16 – DVB-H <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>MFER</i> im Gaußschen Kanal	35
Tabelle 17 – <i>CIN</i> (dB) für Bezugs- <i>BER</i> im DVB-T-Rayleigh-Kanal (P_1)	36
Tabelle 18 – <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>MFER</i> im mobilen Kanal.....	36
Tabelle 19 – <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>ESR</i> im PI- und im PO-Kanal.....	37
Tabelle 20 – <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>MFER</i> im PI- und im PO-Kanal	37
Tabelle 21 – <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>ESR</i> in mobilen Kanälen für Empfänger mit einzelner Antenne.....	38
Tabelle 22 – <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>ESR</i> in mobilen Kanälen für Diversityempfänger	38
Tabelle 23 – DVB-H <i>CIN</i> (dB) für 5 % <i>MFER</i> im portablen Kanal.....	39
Tabelle 24 – Maximale Eingangspegel für Endgeräte-Kategorien a und b1	41
Tabelle 25 – Maximale Eingangspegel für Endgeräte-Kategorien b2 und c	41
Tabelle 26 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster S1 für DVB-T	45
Tabelle 27 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster S1 für DVB-H	46
Tabelle 28 – Störfestigkeit gegen Muster S2 für DVB-T.....	47
Tabelle 29 – Störfestigkeit gegen Muster S2 für DVB-H	47
Tabelle 30 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L1 für DVB-T	48
Tabelle 31 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L1 für DVB-H.....	48
Tabelle 32 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L2 für DVB-T	49
Tabelle 33 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L2 für DVB-H.....	49
Tabelle 34 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L3 für DVB-T	50
Tabelle 35 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L3 für DVB-H.....	50

Tabelle 36 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L4 für DVB-T	51
Tabelle 37 – Störfestigkeit gegen Prüfmuster L4 für DVB-H.....	51
Tabelle 38 – Unempfindlichkeit gegen Gleichkanalstörung von analogen Signalen für DVB-T	52
Tabelle 39 – Unempfindlichkeit gegen Gleichkanalstörung von analogen Signalen für DVB-H.....	52
Tabelle 40 – C/N für Echo innerhalb des Schutzintervalls	52
Tabelle 41 – Zeitpunkt des Eckpunktes T_C	53
Tabelle 42 – Definition des Wertes Δ	53
Tabelle 43 – Definition des Knickpunktes	54
Tabelle 44 – Prüfmuster für Impulsstörungen	56
Tabelle 45 – GSM-Störfrequenzbereiche.....	59
Tabelle A.1 – Eigenrauschen-Werte	63
Tabelle B.1 – C/N (dB) für Bezugs- BER	65

1 Anwendungsbereich

In dieser Internationalen Norm wird der Empfang von DVB-T/H-Diensten mit mobilen und portablen Geräten und portablen Handgeräten festgelegt. Die Norm enthält sowohl informative Gesichtspunkte des Systems als auch Festlegungen von RF-Mindestanforderungen. Sie umfasst Endgeräte in drei Hauptklassen, nämlich integrierte Auto-Endgeräte, digitale portable Fernsehgeräte und portable Hand-Konvergenz-Endgeräte. Die Kompatibilität mit integrierten Mobilfunkgeräten wird ebenso behandelt. Die Norm umfasst die folgenden Bereiche:

- Frequenzbereiche;
- unterstützte Betriebsarten;
- Definition von Empfangsbedingungen;
- Definition des funkfrequenten Bezugsmodells;
- Definition von QoS-Kriterien (Kriterien für die Qualität des Dienstes);
- Antennen-Kennwerte;
- Kanal-Modelle;
- *C/N*-Leistungswerte mit verschiedenen Kanälen;
- Mindestwerte und Höchstwerte für die Eingangspegel;
- Sicherheit gegen Störsignale;
- Definition eines Satzes von Störmustern;
- Toleranz gegenüber Impulsstörungen;
- SFN-Leistungswerte;
- Mindestanforderungen an Sender;
- Verträglichkeit mit Mobilfunkgeräten;
- EMC-Gesichtspunkte.

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).

CISPR 13, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 20, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Immunity characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 60169-2, *Radio-frequency connectors – Part 2: Coaxial unmatched connector*

ETSI EN 300744:2007, *Digitaler Fernsehrundfunk (DVB) – Rahmenstruktur, Kanalcodierung und Modulation für das digitale terrestrische Fernsehen, V1.5.2*

ETSI ETS 300342-1, *Funkgeräte und -systeme (RES) – Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) für das europäische digitale zellulare Funkfernsprechsystem (GSM 900 MHz und DCS 1 800 MHz) – Teil 1: Mobile und tragbare Funk- und Zusatz-/Hilfseinrichtungen*

ETSI EN 300607-1, *Digitales zellulares Funkkommunikationssystem (Phase 2+) (GSM) – Konformitäts-spezifikation für Mobilstationen (MS) – Teil 1: Konformitätsspezifikation*^{N1)}

ETSI EN 302304:2004, *Digitaler Fernsehgrundfunk (DVB) – Übertragungssystem für Hand-Endgeräte (DVB-H), V1.1.1*

ETSI TR 101190 V1.2.2, *Digital Video Broadcasting (DVB) – Implementation guidelines for DVB terrestrial services – Transmission aspects*

ITU-R BT.1701-1, *Characteristics of radiated signals of conventional analogue television systems*

3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen:

λ	Lambda, wavelength (= c/f)	Lambda, Wellenlänge (= c/f)
A2 ^{N2)}	German analogue TV-stereo system	Deutsches analoges Stereo-Fernsehsystem
A_A	Coupling between antennas	Kopplung zwischen Antennen
AGC	Automatic Gain Control	Automatische Verstärkungsregelung
A_{GSM}	Stop band attenuation of the GSM reject filter	Dämpfung im Sperrbereich des GSM-Sperrfilters
B	Bandwidth	Bandbreite
BER	Bit Error Ratio	Bitfehlerrate
C	Carrier Power [In band carrier power including any echoes]	Trägerleistung [Inband-Trägerleistung einschließlich aller Echos]
c	Speed of light $c = 3,0 \times 10^8$ m/s	Lichtgeschwindigkeit $c = 3,0 \times 10^8$ m/s
C_i	Power contribution from the i -th signal	Leistungsbeitrag vom i -ten Signal
C_t	Total useful carrier power	Gesamtleistung des Nutzträgers
C/N	Carrier to Noise Ratio	Träger/Rausch-Abstand
C/N_{min}	Minimum C/N	Mindest- C/N -Abstand
CPE	Common Phase Error	Allgemeiner Phasenfehler
CR	Code Rate	Codierungsrate
dB	Decibel	Dezibel
dBc	dB compared to carrier power C	Auf die Trägerleistung C bezogener Pegel
dBd	Antenna gain in dB compared to reference dipole (0 dBd = -2,14 dBi)	Antennengewinn in dB bezogen auf den Bezugsdipol (0 dBd = -2,14 dBi)
dBi	Antenna gain in dB compared to isotropic antenna (0 dBi = 2,14 dBd)	Antennengewinn in dB bezogen auf eine isotrope Antenne (0 dBi = 2,14 dBd)
dB(mW)	Power in dB compared to 1 mW	Leistung in dB bezogen auf 1 mW
DVB, DVB-T	Digital Video Broadcasting, Terrestrial Digital Video Broadcasting	Digitaler Fernsehgrundfunk, Terrestrischer Digitaler Fernsehgrundfunk

^{N1)} Nationale Fußnote: Das Projekt wurde eingestellt.

^{N2)} Nationale Fußnote: Diese Abkürzung wird in der gesamten Norm nicht verwendet.

DVB-H	Digital Video Broadcasting to Hand Held Terminals	Digitaler Fernseh Rundfunk für Hand-Endgeräte
DVB-RCT	Terrestrial Return Channel	Terrestrischer Rückkanal
E	Field strength V/m	Feldstärke bezogen auf 1 V/m
$E(\text{dB}\mu\text{V/m})$	Field strength in dB compared to 1 μV	Feldstärke in dB bezogen auf 1 $\mu\text{V/m}$
EDGE	Enhanced Data rates for GSM/Global Evolution	Erweiterte Datenrate für GSM/Global-Evolution
EMC	Electromagnetic Compatibility	Elektromagnetische Verträglichkeit
END	Equivalent Noise Degradation	Äquivalente Verringerung des Rauschabstandes
ENF	Equivalent Noise Floor	Äquivalentes Eigenrauschen
ESR	Erroneous Second Ratio	Verhältnis fehlerhafter zu fehlerlosen Sekunden
f	Frequency in Hz	Frequenz in Hz
$f(\text{MHz})$	Frequency in MHz	Frequenz in MHz
F_c	Centre frequency	Mittenfrequenz
F	Noise factor	Rauschzahl, Rauschfaktor
f_d, F_d	Doppler Frequency	Dopplerfrequenz
$F_{d, 3 \text{ dB}}$	Doppler Frequency with minimum C/N requirement raised by 3 dB	Dopplerfrequenz bei um 3 dB angestiegenem C/N -Abstand
FER	Frame Error Rate	Rahmen-Fehlerrate
G	Gain	Gewinn
G_a	Antenna gain	Antennengewinn
GI	Guard Interval	Schutzintervall
GPRS	General Packet Radio Service	Allgemeiner Paket-Rundfunkdienst
GSM	Global System for Mobile communications	Globales System für Mobile Kommunikation
I	Interfering power	Störleistung
Im	Implementation margin	Implementierungsspanne
ICI	Intercarrier Interference	Intercarrierstörung
J	joule	Joule
k	Boltzmann's constant $k = 1,38 \times 10^{-26} \text{ J/K}$	Boltzmannkonstante $k = 1,38 \times 10^{-26} \text{ J/K}$
K	kelvin	Kelvin
L1, L2, L3, L4	Linearity Patterns	Prüfmuster für Linearität
L_{GSM}	Insertion loss of the GSM reject filter	Einfügeverlust des GSM-Sperrfilters
LNA	Low Noise Amplifier	Rauscharmer Verstärker
MER	Modulation Error Ratio	Modulations-Fehlervhältnis
$MFER$	MPE-FEC (Multi Protokoll Encapsulation – Forward Error Correction) Frame Error Rate	MPE-FEC(Erweiterter Fehlerschutz)-Rahmen-Fehlerrate
MHz	Megahertz	Megahertz

MPE-FEC	Multi Protocol Encapsulation Forward Error Correction	Vorwärtsfehlerkorrektur bei Mehrfachprotokollverkapselung
MPEG-2	Motion Pictures Expert Group, Video compression standard	Expertengruppe für Bewegtbilder, Video-Kompressionsnorm
n, m, N	Channel indexes	Indizes für die Kanäle
NF	Noise figure in dB	Rauschmaß [dB]
NICAM	Additional sound carrier for analogue TV, modulated with a Near Instantaneous Companded Audio Multiplex	Zusätzlicher Tonträger für analoges Fernsehen, moduliert mit komprimiertem Ton-Multiplex
PA	Power Amplifier	Leistungsverstärker
PAL, PAL-B, PAL-G, PAL-I, PAL-I1	Phase Alternation Line, TV-systems using PAL	Zeilenweise Phasenänderung, PAL-Fernsehsysteme
PER	Packet Error Ratio	Paket-Fehlerverhältnis
P_{in}	Input power W	Eingangsleistung in W
P_{in} (dB(mW))	Input power dB compared to 1 mW	Eingangsleistung in dB bezogen auf 1 mW
P_{max}	Maximum power	Maximale Leistung
P_{min}	Minimum power	Minimale Leistung
ppm	Parts per million	Teile pro Million
PSI/SI	Program Specific Information, Service Information	Programmspezifische Information / Dienstinformation
P_{TX}	Transmission power	Übertragungsleistung
P_x	Excess noise Power dBc	Überschuss-Rauschleistung dBc
QAM 16, QAM 64	Quadrature Amplitude Modulation, 16-level and 64-level versions	Quadratur-Amplitudenmodulation, 16-stufige und 64-stufige Versionen
QEF	Quasi Error Free	Quasi fehlerfrei
QoS	Quality of Service	Qualität des Dienstes
QPSK	Quaternary Phase Shift Keying	Verschlüsseln durch quaternäre Phasenverschiebung
R_{DQEF}	Minimum level of performance	Minimale Leistungsstufe
RF	Radio Frequency	Radiofrequenz
RS	Reed Solomon	Reed Solomon
RX	Receiver	Empfänger
S1, S2	Selectivity Patterns	Prüfmuster für Trennschärfe
SECAM, SECAM-L	Séquentiel Couleur à Mémoire, TV-system using SECAM	Sequenzielle Farbe mit Speicher, SECAM-Fernsehsystem
SFN	Single Frequency Network	Gleichwellennetz
SFP	Subjective Failure Point	Subjektive Ausfallgrenze
T	Temperature in kelvins	Temperatur in Kelvin
T_c	Corner point	Eckpunkt
T_e	Total duration of the gating pulses	Gesamtdauer der Torimpulse
t_i	Time of arrival for the i -th signal	Zeitpunkt der Ankunft des i -ten Signals

TPS	Transmission Parameter Signalling	Übertragungsparametersignalisierung
TS	Transport Stream	Transportstrom
T_g	Guard Interval duration	Dauer des Schutzintervalls
T_u	Active symbol duration	Dauer des aktiven Symbols
TX	Transmitter	Sender
UHF	Ultra High Frequency	Ultrahohe Frequenz (Bereich von 300 MHz bis 3 000 MHz)
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Universelles mobiles Telekommunikations-system, Mobilfunknorm
VHF	Very High Frequency	Sehr hohe Frequenz (Bereich von 30 MHz bis 300 MHz)
W	watt	Watt
WCDMA	Wide-band Code Division Multiple Access	Breitbandiges Zugangsverfahren
W_i	Weighting coefficient for the i -th component	Bewertungsfaktor der i -ten Komponente

4 Kategorien der Endgeräte

In dieser Spezifikation werden die Endgeräte in drei verschiedene Kategorien aufgeteilt. Wenn nicht anders angegeben, umfasst die Spezifikation alle Kategorien.

Die Kategorien der Endgeräte sind:

a) Integrierte Autoendgeräte

Diese Kategorie umfasst DVB-T/H-Endgeräte, die in Kraftfahrzeugen eingebaut sind und bei denen die Antenne integraler Bestandteil des Kraftfahrzeuges ist.

b) Portable digitale Fernsehgeräte

Diese Kategorie umfasst Endgeräte für den Empfang üblicher DVB-T-MPEG-2-codierter digitaler Fernsehdienste innerhalb und außerhalb von Gebäuden mit am Gerät angebrachter Antenne. Diese Kategorie ist aufgeteilt in zwei Unterkategorien.

- 1) Die Bildschirmgröße ist typischerweise größer als 25 cm und der Empfänger kann an Batterien oder am Lichtnetz betrieben werden. Während des Empfangs ist das Endgerät üblicherweise stationär. Z. B. kann die Antenne eine einstellbare oder Breitband-Teleskopantenne sein, aktiv oder passiv, am Empfänger angebracht.
- 2) Portabler digitaler Fernsehempfänger. Das Endgerät ist batteriebetrieben und kann während des Gebrauchs bewegt werden. Üblicherweise ist die Antenne im Endgerät integriert.

c) Portable Hand-Konvergenz-Endgeräte

Diese Kategorie umfasst kleine batteriebetriebene Hand-Konvergenz-Endgeräte mit eingebautem Mobilfunkteil wie GSM, GPRS oder UMTS. Die Endgeräte haben die Funktionalität eines Mobiltelefons und können IP-basierende Dienste über die Bitübertragungsebene von DVB-H oder DVB-T empfangen. Die DVB-T-Antenne und die Mobilfunkantenne sind beide im Endgerät integriert.

5 Festlegung der Empfangsbedingungen

5.1 Portabler Empfang

Wenn ein portabler Empfänger (Endgeräte-Kategorie b1) mit einer angebrachten oder integrierten Antenne innerhalb oder außerhalb eines Gebäudes mit einer Mindesthöhe von 1,5 m über Fußboden oder Erdboden benutzt wird. Es wird vorausgesetzt, dass die Empfangsantenne ungerichtet ist. Es wird auch vorausgesetzt,

dass die Antenne und jedes nähere große Objekt stationär sind. Extreme Fälle, wie der Empfang in vollständig abgeschirmten Räumen, werden ignoriert. [1]¹⁾

Als besonderer Fall von portablem Empfang wird ein kleiner portabler Hand-Empfänger (Endgeräte-Kategorie b2 oder c) innerhalb oder außerhalb bei einer Mindesthöhe von 1,0 m über dem Fußboden oder Erdboden benutzt. Es wird vorausgesetzt, dass die Empfangsantenne ungerichtet ist. Es wird auch vorausgesetzt, dass sich die Bedingungen für den Kanal durch die langsamen Bewegungen (≤ 3 km/h) der Antenne und der nahen großen Objekte ändern können. Extreme Fälle, wie der Empfang in vollständig abgeschirmten Räumen, werden ignoriert.

Der Hauptunterschied zwischen portablem Empfang und portablem Hand-Empfang besteht in dem Antennengewinn des Endgerätes.

5.2 Mobiler Empfang

Dieser trifft bei Verwendung von integrierten Kraftfahrzeug-Endgeräten (Endgeräte-Kategorie a) mit Geschwindigkeiten größer als 3 km/h zu. Es wird vorausgesetzt, dass die Empfangsantenne ungerichtet ist und eine Höhe von 1,5 m über dem Erdboden hat. Andere Fahrzeuge wie Busse oder Hochgeschwindigkeitszüge könnten als besondere Fälle berücksichtigt werden.

Ein kleiner portabler Hand-Empfänger (Endgeräte-Kategorie b2 oder c), der innerhalb eines Kraftfahrzeuges oder Zuges benutzt wird, könnte auch als Fall mobilen Empfangs berücksichtigt werden. [2]

6 Frequenzen und Bandbreiten der Kanäle

6.1 Kanalfrequenzen

Die Kanalfrequenzen der Bänder III, IV und V sind nachstehend angegeben. In den verschiedenen Ländern werden Kanalraster von 6 MHz, 7 MHz und 8 MHz benutzt. Die Mittenfrequenzen f_c der eingehenden DVB-T-RF-Signale sind:

VHF III

Für Länder mit 8-MHz-Kanalraster

$$f_c = 178 \text{ MHz} + (N - 6) \times 8 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (6, \dots, 12) \text{ (VHF-Kanalnummer)}$$

Für Länder mit 7-MHz-Kanalraster

$$f_c = 177,5 \text{ MHz} + (N - 5) \times 7 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (5, \dots, 12) \text{ (VHF-Kanalnummer)}$$

Für Länder mit 6-MHz-Kanalraster

$$f_c = 177,0 \text{ MHz} + (N - 7) \times 6 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (7, \dots, 13) \text{ (VHF-Kanalnummer)}$$

In manchen Ländern dürfen folgende Offsets benutzt werden:

Bevorzugter Offset ist $\pm n \times 1/6$ MHz. $n = \{1, 2, \dots\}$

¹⁾ Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

UHF IV und V

Für Länder mit 8-MHz-Kanalraster

$$f_c = 474 \text{ MHz} + (N - 21) \times 8 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (21, \dots, 69) \text{ (UHF-Kanalnummer)}$$

Für Länder mit 7-MHz-Kanalraster

$$f_c = 529,5 \text{ MHz} + (N - 28) \times 7 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (28, \dots, 67) \text{ (UHF-Kanalnummer)}$$

Für Länder mit 6-MHz-Kanalraster

$$f_c = 473,0 \text{ MHz} + (N - 14) \times 6 \text{ MHz} + f_{\text{Offset}}$$

$$N = (14, \dots, 83) \text{ (UHF-Kanalnummer)}$$

In manchen Ländern dürfen folgende Offsets benutzt werden:

Bevorzugter Offset ist $\pm n \times 1/6 \text{ MHz}$. $n = \{1, 2, \dots\}$

Im UK $n = 1$.

Der Fehler in der Mittenfrequenz (f_c) des übertragenen RF-Signals soll bei Mehrfrequenznetzen (MFN) 500 Hz nicht überschreiten. In Gleichwellennetzen (SFN) soll der Fehler in der Mittenfrequenz (f_c) des übertragenen RF-Signals 1 Hz nicht überschreiten.

6.2 Unterstützte Frequenzbereiche

Die Empfänger in den Endgeräte-Kategorien a und b1 müssen in der Lage sein, alle Kanäle im VHF-Band III und in den UHF-Bändern IV und V zu empfangen. VHF III ist eine von den Erfordernissen des Marktgebietes abhängende Wahlmöglichkeit. Die Empfänger in der Endgeräte-Kategorie b2 müssen in der Lage sein, die Kanäle in den UHF-Bändern IV und V zu empfangen, VHF III ist eine von den Erfordernissen des Marktgebietes abhängende Wahlmöglichkeit. Die Empfänger in der Endgeräte-Kategorie c müssen in der Lage sein, alle Kanäle in den UHF-Bändern IV und V zu empfangen, vorausgesetzt, das Endgerät unterstützt nicht GSM 900.

Wenn in einem Konvergenz-Endgerät (Kategorie c) GSM 900 benutzt wird, wird der nutzbare Frequenzbereich durch die Kompatibilitätsbedingungen bei Kanal 55 (746 MHz) begrenzt. Unterstützte Frequenzbereiche werden in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1 – Unterstützte Frequenzbereiche

Endgeräte-Kategorie		VHF III	UHF IV	UHF V
a	Integrierte Kfz-Endgeräte	Ja – in Gebieten, in denen VHF für DVB-T genutzt wird	Ja	Ja
b1	Portable digitale Fernsehgeräte	Ja – in Gebieten, in denen VHF für DVB-T genutzt wird	Ja	Ja
b2	Einsteckbare Fernsehgeräte	Wahlfrei	Ja	Ja
c	Konvergenz-Endgeräte	Nein	Ja	Ja – bis zu Kanal 55; siehe obigen Text

6.3 Unterstützte Bandbreiten

Der Empfänger sollte den Erfordernissen des Marktgebietes entsprechend die Bandbreiten 6 MHz, 7 MHz und 8 MHz unterstützen. Die 5-MHz-Variante von DVB-H ist vorhanden, aber nicht durch diese Spezifikation abgedeckt.

7 DVB-T/H-Betriebsarten

7.1 Unterstützte DVB-T/H-Betriebsarten

Der Empfänger muss alle in ETSI EN 300744 angegebenen Betriebsarten korrekt demodulieren können, ausgenommen die Coderaten 5/6 und 7/8. Die Eingangsstufe muss deshalb mit jeder der folgenden Kombinationen arbeiten können:

- Anordnung (QPSK; 16 QAM; 64 QAM, hierarchisch 16 QAM, hierarchisch 64 QAM);
- Coderate (1/2, 2/3, 3/4);
- Schutzintervall (1/4, 1/8, 1/16 oder 1/32);
- Übertragungs-Betriebsart (2k oder 8k);
- wo anwendbar α (1, 2 oder 4).

Die Empfänger in der Endgeräte-Kategorie c müssen alle in ETSI EN 300744, Anhang F „Zusätzliche Merkmale für DVB-Hand-Endgeräte (DVB-H)“ angegebenen Betriebsarten korrekt demodulieren können. Wahlweise können Empfänger anderer Endgeräte-Kategorien ebenfalls DVB-H unterstützen. Der Eingangsteil muss daher in der Lage sein, Folgendes zu unterstützen:

- 4k-Übertragungsmodus;
- In-depth-Interleaver, die auch für 2k- und 4k-Betriebsmodi einsetzbar sind.

Während der Kanalsuche muss der Empfänger automatisch erkennen, welche Betriebsart zu benutzen ist. Wenn der Empfänger eine der in ETSI EN 300744 festgelegten hierarchischen Betriebsarten (16 QAM oder 64 QAM) empfängt, muss er die vom Anwender gewählten Ströme hoher oder niedriger Priorität korrekt demodulieren können.

7.2 Ändern der Modulationsparameter

Dynamische Änderung von Modulationsparametern während der Übertragung (in den TPS-Daten signalisiert) muss vom Empfänger nicht unterstützt werden. Wenn dies vorkommt, kann eine neue Kanalsuche erforderlich sein, um zu erkennen, welche Betriebsart zu benutzen ist.

7.3 Abstimmverfahren

Der Empfänger muss in der Lage sein, eine Kanalsuche durchzuführen. Er muss auch Informationen bezüglich der in PSI/SI vorhandenen Abstimmparameter empfangen können.

8 Leistungswerte des Senders

8.1 Rauschähnliche Verschlechterung des Senders

8.1.1 Rauschähnliche Prozesse

Viele der beim Sender eingeführten Verschlechterungen können als „rauschähnlich“ bezeichnet werden, weil ihre Wirkung dem Zusetzen von weißem Gaußschen Rauschen entspricht. Diese Äquivalenz ermöglicht, die Gesamt-„Rausch“-Leistung durch Summieren der durch die einzelnen Verschlechterungen eingeführten „Rausch“-Leistungen zu berechnen. Es ist dann ungefähr so, dass die gesamte, in dem folgenden Abschnitt

definierte äquivalente Verschlechterung des Rauschens gleich der Summe der beitragenden äquivalenten Rauschverschlechterungen (*END*) ist.

Die als rauschähnlich angesehenen Verschlechterungen sind:

- begrenzte Genauigkeit in dem OFDM-Modulator und in weiteren digitalen Verarbeitungsstufen;
- hochfrequentes Phasenrauschen, das durch den lokalen Oszillator und den Zeitbezug eingeführt wurde, d. h. solche Komponenten des Phasenrauschens, die bei Offsetfrequenzen größer als die Hälfte des OFDM-Trägerabstandes auftreten;
- thermisches Rauschen;
- Intermodulationsprodukte, die sich aus Nichtlinearitäten der Übertragungskette ergeben;
- Amplitudenfehler (die durch DTG durchgeführten Arbeiten haben bestätigt, dass dies eine rauschähnliche Verschlechterung ist).

Verschlechterungen, die nicht als eine Addition von weißem Gaußschen Rauschen entsprechend angesehen werden können, sind:

- Gruppenlaufzeitfehler;
- tieffrequentes Phasenrauschen.

Diese „weiteren Verschlechterungen des Senders“ werden in 8.2 behandelt.

Eine Übertragungskette sollte so konzipiert sein, dass ihre *END* 0,5 dB nicht überschreitet.

Ein typischer Signalanalysator führt die Messung des in dem Kanal verbleibenden Rauschens durch, nachdem das OFDM-Signal weggenommen wurde. Das Ergebnis wird als äquivalenter Eigenrauschpegel (*ENF*) oder als Modulationsfehler-Verhältnis (*MER*) ausgedrückt. (Wenn in dB gemessen, sind *ENF* und *MER* zahlenmäßig identisch, aber mit entgegengesetzten Vorzeichen: *ENF* ist das Verhältnis der Rauschleistung zur OFDM-Trägerleistung, während *MER* das Verhältnis der Trägerleistung zur Rauschleistung ist.) Das *MER* wird nach folgender Formel in die *END* umgerechnet:

$$1/END = 1 - \{(C/N)_{\text{ref}} / MER\}$$

Dabei ist $(C/N)_{\text{ref}}$ das Verhältnis Träger zu Störgeräusch, bei dem der überwachende Empfänger die Bezugs-*BER* liefert. Die Größen sind hier alle linear angegeben. Bequemer ist die Angabe in dB nach Tabelle 2.

Tabelle 2 – Umsetzung von *MER* in *END*

<i>MER</i> – $(C/N)_{\text{ref}}$ dB	<i>END</i> dB
12	0,283
13	0,223
14	0,176
15	0,140
16	0,110
17	0,088
18	0,069
19	0,055
20	0,044
23	0,022
26	0,011

Es muss auch $(C/N)_{\text{ref}}$ bestimmt werden: $(C/N)_{\text{ref}}$ ist das Verhältnis Träger zu Störgeräusch, bei dem der überwachende Empfänger die Bezugs-BER liefert. Für die Betriebsart 64 QAM 2/3 dürfen dafür 19 dB genommen werden: Der theoretische Wert ist 16,7 dB, zu dem die Implementierungsspanne für den Kanalequalizer innerhalb des Empfängers addiert werden muss. Geringfügige Fehler (innerhalb 0,5 dB) sind belanglos.

MER-Messungen berücksichtigen nicht Fehler der Amplitudenkurve: Sie suchen nach „realem“ Rauschen, das in dem OFDM-Signal auftritt, nicht nach „virtuellem“ Rauschen, das durch Fehler der Wiedergabekurve eingeführt wird. Der „kalibrierte“ Prüfsender ist in dieser Hinsicht voraussichtlich nahezu „perfekt“, ein Zuschlag sollte jedoch vorgenommen werden. [10] liefert die folgende Formel für die Betriebsart 64 QAM 2/3:

$$END \text{ (dB)} = 0,021 \times (\text{Welligkeit der Amplitudenkurve, dB Spitze-Spitze})^2$$

Als Beispiel wird das MER des Prüfsenders mit 39 dB angenommen, er besitzt eine Welligkeit der Amplitudenkurven von 0,5 dB Spitze-Spitze. Das $(C/N)_{\text{ref}}$ des Empfängers beträgt 19 dB. Der END des Prüfsenders besteht aus bis zu zwei Anteilen:

$$MER - (C/N)_{\text{ref}} = 39 \text{ dB} - 19 \text{ dB} = 20 \text{ dB}$$

$$END_1 = 0,044 \text{ dB (von Tabelle 2)}$$

Der Anteil der Welligkeit der Amplitudenkurve ist gegeben durch:

$$\begin{aligned} END_2 &= 0,021 \times (0,5)^2 \text{ dB} \\ &= 0,005 \text{ dB} \end{aligned}$$

Die gesamte END ($END_1 + END_2$) des Prüfsenders ist deshalb 0,049 dB.

8.2 Weitere Verschlechterung des Senders

8.2.1 Fehler der Gruppenlaufzeit

An der Antennenzuführung sollte die Laufzeit eines OFDM-Trägers relativ zu der eines anderen Trägers 500 ns nicht überschreiten.

Dieser Wert kann durch Anregen des ersten analogen Aufwärtsumsetzers mit einer Gleitfrequenz und Untersuchen der Gruppenlaufzeitkurve am Antenneneingang gemessen werden. Es ist zu beachten, dass der größte Teil des Gruppenlaufzeitfehlers wahrscheinlich durch irgendwelche Filter hoher Leistung und Entkoppler eingeführt wird.

8.2.2 Phasenrauschen in OFDM-Systemen

Phasenrauschen wird durch lokale Oszillatoren und Bezugstaktgeber innerhalb der Übertragungskette eingeführt. Wenn ein Rauschen enthaltendes Oszillatorsignal auf dem Spektrumanalysator betrachtet wird, tritt das Rauschen als Seitenbänder symmetrisch um die Oszillatormittenfrequenz auf. Weiter von der Mittenfrequenz entfernt fällt im Allgemeinen die Dichte der Seitenbänder schnell ab. Das Oszillator-Phasenrauschen verschlechtert das Signal, weil in dem Frequenzumsetzungsprozess das Rauschen des Oszillators zu jedem der Träger innerhalb der gesamten OFDM-Gruppe übertragen wird.

Phasenrauschen wird als $L(f)$ der Einseitenband-Phasen-Rauschleistung in 1 Hz Bandbreite bei einem Frequenzabstand f von der Mittenfrequenz angegeben. Die Einheit von $L(f)$ ist dBc/Hz, wobei „c“ anzeigt, dass als Bezug die Gesamtleistung des Oszillators dient. Hersteller von Oszillatoren liefern üblicherweise Kurven von $L(f)$ über f .

Beim Demodulator des Empfängers hat das Phasenrauschen zwei verschiedene Effekte. Niederfrequentes Rauschen ergibt einen Anstieg des gemeinsamen Phasenfehlers (*CPE*) – „gemeinsam“, weil jeder der OFDM-Träger den gleichen Phasenfehler hat. Im Prinzip kann dieser Fehler gemessen und durch den Demodulator beseitigt werden. Hochfrequentes Rauschen führt Inter-carrier-Störungen (*ICI*) ein. Das Rauschen des einen Trägers wird dem innerhalb der Gruppe benachbarten Träger überlagert und kann durch den Demodulator nicht beseitigt werden. Weil *CPE* und *ICI* in ihrer Wirkung verschieden sind, müssen sie verschieden angegeben werden.

ICI kann durch Integrieren von $L(f)$ für alle Werte von f oberhalb der Hälfte des OFDM-Trägerabstandes und für einen einzelnen Träger innerhalb der Gruppe annähernd berechnet werden. (Bei genauer Berechnung werden Bewertungsfunktionen benutzt, siehe z. B. [11].) Das Ergebnis ist ein Beitrag zum Systemeigenrauschen oder *ENF*, das auf die in [6] beschriebene Art gemessen werden kann (siehe 11.7.2). Da *ICI* tatsächlich „rauschähnlich“ ist, darf die *END* durch Verwendung von Tabelle 2 berechnet werden.

Ein Näherungswert von *CPE* kann durch Integrieren von $L(f)$ für alle Werte von f oberhalb der Hälfte des OFDM-Trägerabstandes und für einen einzelnen Träger innerhalb der Gruppe berechnet werden. (Bei genauer Berechnung werden wieder Bewertungsfunktionen benutzt.) Das Ergebnis wird bezogen auf 1 rad^2 in dB oder in $\text{dB}(\text{rad}^2)$ ausgedrückt. Die eigentliche Wirkung von *CPE* hängt stark vom Empfängerkonzept ab. Damit eine Übertragung zu allen möglichen Empfängerkonzepten passt, wird empfohlen, dass für alle Werte von f größer als 10 Hz der gesamte *CPE* $-40 \text{ dB}(\text{rad}^2)$ nicht überschreiten sollte.

Wenn das Phasen-Rauschspektrum bekannt ist, können die *ICI*- und *CPE*-Komponenten unter Bezug auf [12] berechnet werden.

8.2.3 OFDM-Taktfrequenz

Der Fehler der Taktfrequenz des übertragenen OFDM-Signals darf 3×10^{-6} nicht übersteigen.

8.3 Spektrummasken

Die in diesem Unterabschnitt angegebenen Spektrummasken dienen dazu, Störungen zwischen der Übertragung von digitalem terrestrischen Fernsehen, analogem terrestrischen Fernsehen und anderen Übertragungen zu verhindern. Die diesen Masken entsprechenden Übertragungen werden nicht notwendigerweise in anderer Hinsicht annehmbar sein. Zum Beispiel könnte die durch 8.3.1 implizierte Menge von Sender-Nichtlinearitäten die *END* übermäßig ansteigen lassen. Empfänger-Hersteller sollten wissen, dass die Übertragung außerhalb der Bänder IV und V Störungen verursachen könnten, wenn die Empfänger nicht entsprechend konzipiert sind; GSM (900 MHz) und Tetra (380 MHz bis 470 MHz) sind solche Übertragungen. Bei einer zukünftigen Ausgabe dieser Spezifikation dürfen die Masken geändert werden.

8.3.1 DVB-T-Signale (allgemein)

Alle DVB-T-Ausstrahlungen müssen mindestens den in ETSI EN 300744, 4.8.2, für System-B/G/H/K/L-Umgebungen definierten Anforderungen für die Spektrummasken entsprechen.

8.3.2 DVB-T-Signale (kritische Fälle)

Wenn die DVB-T-Übertragung am Rand des UHF-Bandes oder an empfindliche Nicht-Rundfunk-Anwendungen angrenzt, muss eine zweite Spektrummaske mit höherer Dämpfung außerhalb des Kanals benutzt werden. Die Anforderungen sind in ETSI EN 300744, 4.8.2, angegeben.

8.3.3 DVB-T-Signale (DVB-T im Nachbarkanal)

An Standorten, an denen eine DVB-T-Übertragung im Nachbarkanal stattfindet, können zusätzliche Beschränkungen der übertragenen Seitenbandenergie notwendig sein. Die Arbeiten haben gezeigt, dass die gesamte Seitenbandleistung in dem benachbarten Kanal -60 dBc nicht überschreiten sollte, wenn die beiden Übertragungen mit einer Pegeldifferenz von 25 dB empfangen werden. (Dieser Störpegel entspricht einer *END* von 0,1 dB für die 64-QAM-2/3-Modulationsbetriebsart.)

9 Kennwerte der Empfängerantennen

9.1 Antennen für Endgeräte der Kategorie a

Die praktikable Standardantenne für Empfang im Kraftfahrzeug ist der $\lambda/4$ -Monopol, der das metallene Dach als Gegengewicht benutzt.

Der Antennengewinn für in üblichen Winkeln einfallende Wellen hängt von der Position der Antenne auf dem Dach ab. Für passive Antennensysteme können die folgenden Werte erwartet werden:

VHF III	−3 dBi;
UHF IV	0 dBi;
UHF V	1 dBi.

Die Polarisationsentkopplung ist theoretisch ungefähr 4 dB bis 10 dB, abhängig von der Position der Antenne auf dem Dach. In der Mitte des Daches werden höhere Werte erreicht.

Die horizontale Polarisation des übertragenen Signals wird durch die Umgebung des Fortpflanzungsweges beeinflusst. Den unberechenbaren Auswirkungen entsprechend wird die Polarisationsentkopplung geringer als die theoretischen Werte sein. Zuverlässigere Angaben können nicht gemacht werden.

Philosophie der Autoindustrie ist es, die Antennen in die Fenster zu integrieren, was einen geringeren Antennengewinn ergibt. Allerdings erhöht die Verwendung von Diversitysystemen kombiniert mit aktiven Antennen die Leistungskennzahlen deutlich.

Die Dimensionierung des Diversitysystems und der Verstärker sollte den geringeren Gewinn und die Nullstellen in der Richtcharakteristik der einzelnen Scheibenantennen kompensieren und eine ähnliche Empfangsqualität wie mit dem einzelnen oben erwähnten Dachmonopol erreichen. Das Diversitysystem gleicht auch die Auswirkungen der Polarisationsentkopplung teilweise aus.

9.2 Antennen für Endgeräte der Kategorie b1

In Chester 97 [1] wird vorausgesetzt, dass die Antenne eines portablen Empfängers für Zimmer- oder Außenempfang ungerichtet ist und dass der auf den $\lambda/2$ -Dipol bezogene Gewinn für eine UHF-Antenne 0 dBd und für eine VHF-III-Antenne −2,1 dBd ist. Um diese Gewinne zu erreichen, wird vermutlich vorausgesetzt, dass die Länge der Stabantenne eingestellt wird, damit sie bei jeder Empfangsfrequenz optimal ist.

Allerdings ist eine individuelle Anpassung der Antennenlänge an die augenblickliche Frequenz nicht praktikabel. Als Konsequenz daraus muss eine feste Länge gewählt werden. Ein akzeptabler Wert könnte 100 mm bis 150 mm sein. Dies entspricht einer $\lambda/4$ -Stabantenne für UHF IV/V.

Für eine passive Version einer am Gerät angebrachten Antenne sind für den Gewinn die folgenden Werte typisch:

VHF III	−6 dBi;
UHF IV	−1 dBi;
UHF V	0 dBi.

Wegen des portablen Empfangs unterscheiden sich die Vorzugsrichtungen für den besten Empfang. Außerdem könnte die Stellung der Antenne am Empfänger veränderlich sein.

Bei VHF III kann keine Polarisationsentkopplung erwartet werden.

Bei UHF IV/V ist eine Polarisationsentkopplung bis zu 6 dB möglich.

9.3 Antennen für Endgeräte der Kategorien b2 und c

Die Antenne eines kleinen Hand-Endgerätes muss integraler Teil des Endgerätes sein und deswegen ist sie, verglichen mit der Wellenlänge, klein. Wenn die Antenne den gesamten Abstimmungsbereich abdecken muss, muss sie voraussichtlich mit einer durchstimmbaren Abstimmungsschaltung abgestimmt werden. Der Realteil der Antennenimpedanz (Strahlungswiderstand), der auf den Eingangswiderstand des Empfängers abgestimmt werden muss, wird aufgrund der Kleinheit der Antenne ($< 1/10 \lambda$) ziemlich klein sein. Dies führt zu ziemlich hohen Verlusten und zu einem geringen Gesamt-Wirkungsgrad. Außerdem wirkt bei dieser Art Endgerät das Gegengewicht nicht mehr, sondern es wirkt als Strahler. Die Größe des Gegengewichtes ist jedoch verglichen mit der Wellenlänge klein, was einen geringen Wirkungsgrad der Abstrahlung ergibt.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist der Einfluss des Benutzers auf die Strahlungscharakteristik der Antenne.

Je nach Position des Benutzers relativ zum Handgerät könnte der menschliche Körper als Absorber oder Reflektor wirken.

Der gegenwärtige Kenntnisstand bei diesem Problem zeigt, dass der typische Antennengewinn bei der niedrigsten Frequenz im UHF-Band in der Größenordnung von -10 dBi liegen und am anderen Ende des UHF-Bandes auf -5 dBi ansteigen würde. Der nominelle Antennengewinn zwischen diesen Frequenzen kann durch lineare Interpolation errechnet werden.

Falls in einem Konvergenzendgerät (Kategorie c) GSM 900 benutzt wird, ist der nutzbare Frequenzbereich wegen der Kompatibilitätsbedingungen bei Kanal 55 [746 MHz] begrenzt. Wenn GSM 900 nicht verwendet wird, gilt diese Begrenzung nicht.

Im Allgemeinen kann bei diesem Typ portabler Empfangsantennen und bei ungerichteten Abstrahldiagrammen in der horizontalen Ebene keine Polarisationsentkopplung erwartet werden.

Der typische Antennengewinn wird in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 – Typischer Antennengewinn für Endgeräte der Kategorien b2 und c

Frequenz MHz	Gewinn dBi
474 [Kanal 21]	-10
698 [Kanal 49]	-7
858 [Kanal 69]	-5

9.4 Externe Antennen

9.4.1 Allgemeines

Als externe Antennen dürfen aktive oder passive Antennen benutzt werden. Weitere Informationen über externe aktive Antennen werden im Anhang A gegeben.

9.4.2 Externe Antennen für Endgeräte der Kategorien b2 und c

Der städtische Empfang innerhalb von Gebäuden wird häufig durch den hohen Grad an Gebäudedurchdringungsverlusten beeinflusst. In einigen Fällen ist es daher schwierig, eine angemessene Empfangsqualität unter Verwendung der eingebauten Antennen mit niedriger Verstärkung, wie in 9.3 beschrieben, zu gewährleisten. Für diese Fälle sind folgende Lösungen vorgesehen:

- Verwenden externer Antennen anstelle von integrierten Antennen;
- Verwenden drahtgestützter Headsets als externe Antenne;
- Bereitstellen eines Antennensteckers, um das Verwenden einer vom Anwender einzusteckenden externen Antenne zu erleichtern;