

DIN EN IEC 62657-2



ICS 35.110

Ersatz für
DIN EN 62657-2:2018-03 und
DIN EN 62657-2/A1:2020-11
Siehe Anwendungsbeginn

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Koexistenz von Funksystemen –
Teil 2: Koexistenz-Management
(IEC 62657-2:2022);
Deutsche Fassung EN IEC 62657-2:2022**

Industrial networks –
Coexistence of wireless systems –
Part 2: Coexistence management
(IEC 62657-2:2022);
German version EN IEC 62657-2:2022

Réseaux industriels –
Coexistence des systèmes sans fil –
Partie 2: Gestion de coexistence
(IEC 62657-2:2022);
Version allemande EN IEC 62657-2:2022

Gesamtumfang 114 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2022-07-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2024-07-01.

Für DIN EN 62657-2:2018-03 und DIN EN 62657-2/A1:2020-11 besteht eine Übergangsfrist bis 2025-07-14.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN IEC 62657-2:2023-12.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 956 „Industrielle Kommunikation“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/SC 65C „Industrial networks“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<https://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

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

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62657-2:2018-03 und DIN EN 62657-2/A1:2020-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Hauptteil des Titels wird geändert von „Industrielle Kommunikationsnetze – Funk-Kommunikationsnetze“ zu „Industrielle Netze – Koexistenz von Funksystemen“;
- b) Angleichung einiger Definitionen und Festlegungen von Koexistenzparametern, um deren zukünftige Aufnahme in das von der IEC geführte Wörterbuch „IEC Common Data Dictionary“ (IEC CDD) zu erleichtern;
- c) Angleichung einiger Definitionen und Festlegungen zwecks Konsistenz mit den neuen Teilen 3 und 4.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62657-2: 2016-02, 2018-03

DIN EN 62657-2/A1: 2020-11

– Leerseite –

EUROPÄISCHE NORM

EN IEC 62657-2

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

Juli 2022

ICS 25.040.40; 33.040; 35.100

Ersatz für EN 62657-2:2017; EN 62657-2:2017/A1:2019

Deutsche Fassung

Industrielle Kommunikationsnetze – Koexistenz von
Funksystemen – Teil 2: Koexistenz-Management
(IEC 62657-2:2022)

Industrial networks – Coexistence of wireless
systems – Part 2: Coexistence management
(IEC 62657-2:2022)

Réseaux industriels – Coexistence des systèmes
sans fil – Partie 2: Gestion de coexistence
(IEC 62657-2:2022)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2022-07-14 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre 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, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 65C/1163/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 62657-2, erarbeitet vom SC 65C „Industrial networks“ des IEC/TC 65 „Industrial-process measurement, control and automation“ wurde zur parallelen IEC-CENELEC Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN IEC 62657-2:2022 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop) 2023-04-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow) 2025-07-14

Dieses Dokument ersetzt EN 62657-2:2017 und alle Änderungen und Berichtigungen (falls vorhanden).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Komitee des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Gremien ist auf den Internetseiten des CENELEC abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62657-2:2022 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61158 (Reihe)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61158 (Reihe).
IEC 61158-2:2014	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61158-2:2014 (nicht modifiziert).
IEC 61360 (Reihe)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61360 (Reihe).
IEC 61784-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 61784-1.
IEC 61784-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 61784-2.
IEC 61918:2018	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 61918:2018 (nicht modifiziert) + A11:2019.
IEC 62591:2016	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62591:2016 (nicht modifiziert).
IEC 62601	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62601.
IEC 62657 (Reihe)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62657 (Reihe).
IEC 62657-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 62657-3.
IEC 62734:2014	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62734:2015 (nicht modifiziert).
IEC 62890:2020	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN IEC 62890:2020 (nicht modifiziert).

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Aktualisierte Informationen über die in diesem Anhang aufgeführten aktuellen Fassungen der Europäischen Normen sind hier verfügbar: www.cenelec.eu.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 62657-1	2017	Industrial communication networks – Wireless communication networks – Part 1: Wireless communication requirements and spectrum considerations	EN 62657-1	2017
IEC 62657-4	–	Industrial communication networks – Coexistence of wireless systems – Part 4: Coexistence management with central coordination of wireless applications	EN IEC 62657-4	–
IEC 62443	Reihe	Industrial communication networks – Network and system security	EN IEC 62443	Reihe

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	7
Einleitung.....	14
1 Anwendungsbereich.....	16
2 Normative Verweisungen.....	16
3 Begriffe, Abkürzungen und Vereinbarungen.....	16
3.1 Begriffe.....	16
3.2 Abkürzungen.....	32
3.3 Konventionen.....	33
4 Koexistenzkonzept in der industriellen Automatisierung.....	33
4.1 Überblick.....	33
4.2 Zweck.....	35
4.3 Notwendigkeit der Implementierung eines Koexistenzmanagements.....	37
4.4 Störpotenzial.....	38
4.5 Randbedingungen.....	40
4.6 Anforderungen an Funkgeräte für die Unterstützung des Koexistenzmanagements.....	41
4.7 Konzepte.....	41
4.7.1 Manuelles Koexistenzmanagement.....	41
4.7.2 Automatisiertes nicht kooperatives Koexistenzmanagement.....	41
4.7.3 Automatisiertes kooperatives Koexistenzmanagement.....	42
4.8 Bewährte Verfahren zur Herstellung von Koexistenz.....	43
4.9 Konzeptionelles Koexistenzmodell.....	45
4.10 Koexistenzmanagement und Auswahl einer Funklösung.....	47
4.11 Koexistenzmanagementsystem.....	49
5 Parameter des Koexistenzmanagements.....	49
5.1 Allgemeines.....	49
5.1.1 Definition und Verwendung von Parametern.....	49
5.1.2 Physikalische Verbindung.....	49
5.2 Nachbarkanaltrennschärfe.....	50
5.3 Antennengewinn.....	50
5.4 Strahlungscharakteristik einer Antenne.....	50
5.5 Antennentyp.....	50
5.6 Kommunikationsverfügbarkeit.....	51
5.7 Kommunikationszuverlässigkeit.....	51
5.8 Bitrate der physikalischen Verbindung.....	51
5.9 Sperrfrequenzliste.....	51
5.10 Mittenfrequenz.....	51
5.11 Betriebsbereich.....	52

5.12	Kommunikationslast.....	52
5.13	Grenzfrequenz.....	54
5.14	Datendurchsatz.....	55
5.15	Abstand zwischen Funkgeräten.....	55
5.16	Betriebszyklus.....	56
5.17	Verweilzeit.....	58
5.18	Äquivalente isotrope Strahlungsleistung.....	59
5.19	Äquivalente Strahlungsleistung.....	60
5.20	Frequenzband.....	60
5.21	Frequenzbandbreite.....	60
5.22	Frequenzkanal.....	60
5.23	Frequenzsprungfolge.....	61
5.24	Planung der zukünftigen Erweiterung.....	61
5.25	Räumliche Ausdehnung der Anlage.....	62
5.26	Infrastrukturgerät.....	62
5.27	Initiierung der Datenübertragung.....	62
5.28	Störungsart.....	62
5.29	Sichtkontakt.....	62
5.30	ISM-Anwendung.....	63
5.31	Nutzdatenlänge je Sendezeitabstand.....	63
5.32	Einschränkungen durch Anrainer der Anlage.....	63
5.33	Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung.....	63
5.34	Adaptives Verfahren.....	64
5.35	Mechanismus der Medienzugriffssteuerung.....	64
5.36	Mediennutzungsfaktor.....	64
5.37	Nachricht.....	65
5.38	Modulation.....	65
5.39	Natürliche Umgebungsbedingung.....	65
5.40	Netztopologie.....	65
5.41	Anzahl aufeinanderfolgender verloren gegangener Nachrichten.....	66
5.42	Objektbewegung.....	66
5.43	Betriebsdauer zwischen Ausfällen.....	66
5.44	Nachrichtenverlustrate.....	66
5.45	Position von Funkgeräten.....	67
5.46	Spektrale Leistungsdichte.....	67
5.47	Zweck der Automatisierungsanwendung.....	68
5.48	Empfängerübersteuerung.....	68
5.49	Höchster Eingangspegel des Empfängers.....	68
5.50	Empfängerempfindlichkeit.....	68
5.51	Regionale Funkvorschriften.....	68

5.52	Relative Bewegung.....	69
5.53	Antwortzeit.....	69
5.54	Sicherheitsgrad.....	69
5.55	Räumliche Abdeckung des Funkkommunikationssystems.....	70
5.56	Räumliche Ausdehnung der Anwendung.....	70
5.57	Nebenempfang.....	70
5.58	Überlebenszeit.....	70
5.59	Gesamte Strahlungsleistung.....	70
5.60	Sendezeitabstand.....	70
5.61	Übertragungslücke.....	71
5.62	Übertragungszeit.....	72
5.63	Ausgangsleistung des Senders.....	74
5.64	Sendesequenz.....	75
5.65	Spektralmaske des Senders.....	76
5.66	Aktualisierungszeit.....	76
5.67	Funkgerätedichte.....	77
5.68	Funkgerätetyp-Informationen.....	77
5.69	Dichte von Funkkommunikationslösungen.....	78
5.70	Funktechnologie oder Funknorm.....	78
6	Informationsstrukturen des Koexistenzmanagements.....	78
6.1	Allgemeines.....	78
6.2	Allgemeine Anlageneigenschaften.....	80
6.2.1	Allgemeines.....	80
6.2.2	Allgemeine Anlageneigenschaften.....	80
6.2.3	Passive Umgebungseinflüsse.....	81
6.2.4	Aktive Umgebungseinflüsse.....	81
6.3	Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	83
6.3.1	Überblick.....	83
6.3.2	Anforderungen, die die Eigenschaften von Funklösungen beeinflussen.....	83
6.3.3	Leistungsanforderungen.....	84
6.4	Funksystem- und Funkgerätetyp.....	85
6.4.1	Überblick.....	85
6.4.2	Funksystemtyp.....	86
6.4.3	Funkgerätetyp.....	87
6.5	Funklösung.....	89
6.5.1	Überblick.....	89
6.5.2	Funksystemlösung.....	90
6.5.3	Funkgerätelösung.....	91
6.6	Anwendungsbezogene charakteristische Parameter.....	92
7	Koexistenzmanagementprozess.....	93

7.1	Allgemeines.....	93
7.1.1	Überblick.....	93
7.1.2	Dokumentation.....	94
7.1.3	Geeignete Dokumentationsmethode.....	96
7.1.4	Einsatz von Werkzeugen.....	96
7.2	Einrichtung eines Koexistenzmanagementsystems.....	96
7.2.1	Ernennung eines Koexistenzmanagers.....	96
7.2.2	Verantwortungsbereich eines Koexistenzmanagers.....	97
7.2.3	Unterstützung durch Funkspezialisten.....	97
7.2.4	Schulung.....	98
7.3	Pflege des Koexistenzmanagementsystems.....	98
7.4	Phasen des Koexistenzmanagementprozesses.....	98
7.4.1	Untersuchungsphase.....	98
7.4.2	Planungsphase.....	101
7.4.3	Implementierungsphase.....	103
7.4.4	Betriebsphase.....	104
8	Vorlagen für Koexistenzparameter.....	106
	Literaturhinweise.....	112
Bilder		
	Bild 1 – Zu berücksichtigende Punkte.....	36
	Bild 2 – Mögliche Anwendungen im Frequenzspektrum.....	36
	Bild 3 – Entwicklung des Aufwands zur Herstellung der Koexistenz nach den Anwendungsklassen.....	41
	Bild 4 – Trennung von Funksystemen nach Frequenz und Zeit.....	44
	Bild 5 – Konzeptionelles Koexistenzmodell.....	46
	Bild 6 – Ablaufschema des konzeptionellen Koexistenzmodells.....	47
	Bild 7 – Auswahl eines Funksystems im Koexistenzmanagementprozess.....	48
	Bild 8 – Kommunikationslast bei zwei Funkgeräten.....	53
	Bild 9 – Kommunikationslast bei mehreren Funkgeräten.....	54
	Bild 10 – Aus dem größten Leistungspegel abgeleitete Grenzfrequenzen.....	55
	Bild 11 – Abstand zwischen Funkgeräten.....	56
	Bild 12 – Betriebszyklus.....	57
	Bild 13 – Längste Verweilzeit.....	59
	Bild 14 – Spektrale Leistungsdichte eines Systems nach IEEE 802.15.4.....	67
	Bild 15 – Kommunikationszyklus, Ereignisintervall der Anwendung und Maschinenzyklus.....	71
	Bild 16 – Übertragungslücke.....	72
	Bild 17 – Beispiel für Dichtefunktionen der Übertragungszeit.....	73
	Bild 18 – Beispiel für Verteilungsfunktionen der Übertragungszeit.....	74
	Bild 19 – Sendesequenz.....	75
	Bild 20 – Spektralmaske des Senders eines Systems nach IEEE 802.15.4.....	76

Bild 21 – Beispiele für Verteilungsfunktionen der Aktualisierungszeit.....	77
Bild 22 – Prinzip für die Anwendung von Koexistenzparametern.....	80
Bild 23 – Parameter zur Beschreibung der allgemeinen Anlageneigenschaften.....	80
Bild 24 – Parameter zur Beschreibung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	83
Bild 25 – Parameter zur Beschreibung von Funksystem- und Funkgerätetyp.....	85
Bild 26 – Beispiel für die spektrale Leistungsdichte und Spektralmaske des Senders.....	87
Bild 27 – Beispiel für die Mediennutzung in Abhängigkeit von Zeit und Frequenz.....	88
Bild 28 – Parameter zur Beschreibung einer Funkkommunikationslösung.....	90
Bild 29 – Planung eines Funksystems im Rahmen des Koexistenzmanagementprozesses.....	102
Bild 30 – Implementierung und Betrieb eines Funksystems im Rahmen des Koexistenzmanagementprozesses.....	105

Tabellen

Tabelle 1 – Beispiel für eine Klassifizierung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	35
Tabelle 2 – Vom Anwendungsprofil abhängige Werte der Beobachtungszeit.....	57
Tabelle 3 – Parameteroptionen für Frequenzkanal.....	61
Tabelle 4 – Hierarchie der Eigenschaften.....	78
Tabelle 5 – Parameterliste zur Beschreibung der allgemeinen Anlageneigenschaften.....	81
Tabelle 6 – Parameterliste zur Beschreibung der passiven Umgebungseinflüsse.....	81
Tabelle 7 – Parameterliste zur Beschreibung der aktiven Umgebungseinflüsse.....	82
Tabelle 8 – Parameterliste zur Beschreibung der Störungsart.....	82
Tabelle 9 – Parameterliste zur Beschreibung der Anforderungen, die die Eigenschaften von Funklösungen beeinflussen.....	84
Tabelle 10 – Liste der charakteristischen Parameter.....	85
Tabelle 11 – Parameterliste zur Beschreibung des Funksystemtyps.....	86
Tabelle 12 – Parameterliste zur Beschreibung des Senders eines Funkgerätetyps.....	88
Tabelle 13 – Parameterliste zur Beschreibung des Empfängers eines Funkgerätetyps.....	89
Tabelle 14 – Parameterliste zur Beschreibung einer Funklösung.....	90
Tabelle 15 – Allgemeine Parameterliste zur Beschreibung der Funkgerätelösung.....	91
Tabelle 16 – Parameterliste zur Beschreibung des Senders einer Funkgerätelösung.....	91
Tabelle 17 – Parameterliste zur Beschreibung des Empfängers einer Funkgerätelösung.....	92
Tabelle 18 – Liste der relevanten charakteristischen Parameter von Funklösungen.....	92
Tabelle 19 – Liste der relevanten statistischen Werte charakteristischer Parameter.....	93
Tabelle 20 – Vorlage zur Beschreibung der allgemeinen Anlageneigenschaften.....	106
Tabelle 21 – Vorlage zur Beschreibung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	107
Tabelle 22 – Vorlage zur Beschreibung eines Funksystemtyps.....	108
Tabelle 23 – Vorlage zur Beschreibung eines Funkgerätetyps.....	108
Tabelle 24 – Vorlage zur Beschreibung der Funksystemlösung.....	109
Tabelle 25 – Vorlage zur Beschreibung einer Funkgerätelösung.....	110
Tabelle 26 – Vorlage zur Beschreibung der relevanten charakteristischen Parameter von Funklösungen....	110

Tabelle 27 – Vorlage zur Beschreibung der relevanten statistischen Werte charakteristischer Parameter....	111
Tabelle 28 – Vorlage zur Beschreibung einer Störungsart.....	111

Einleitung

Der Markt für Funkkommunikationslösungen bietet eine Reihe verschiedenster Anwendungen mit unterschiedlichen Leistungs- und Funktionsanforderungen an. Auf diesem Markt gehören unter anderem folgende Bereiche zur industriellen Automatisierung:

- Prozessautomatisierung, die z. B. die folgenden Branchen umfasst:
 - Öl und Gas, Raffinerie,
 - Chemie,
 - Pharmazie,
 - Bergbau,
 - Zellstoff und Papier,
 - Wasser und Abwasser,
 - Stahl;
- Elektroenergie, was z. B. die folgenden Anwendungen umfasst:
 - Energieerzeugung (z. B. Windkraftanlagen),
 - Energieübertragung und -verteilung (Netz);
- Fertigungsautomatisierung, die z. B. die folgenden Branchen umfasst:
 - Lebensmittel und Getränke,
 - Automobilindustrie,
 - Maschinenindustrie,
 - Halbleiterherstellung.

Die Anforderungen der industriellen Automatisierung an das Verhalten von Funkkommunikationssystemen unterscheiden sich von denen, die z. B. in der Telekommunikation oder auf den Märkten für kommerzielle Produkte und Unterhaltungselektronik gelten. Diese Anforderungen der industriellen Automatisierung werden in IEC 62657-1 festgelegt und bereitgestellt.

In Industrieumgebungen kann eine Vielzahl von Funkkommunikationstechnologien und anderen Quellen von Funkabstrahlung vorliegen.

Dieses Dokument richtet sich an Planer und Verantwortliche für Fertigungs- und Prozessanlagen, an Systemintegratoren und Maschinenbauer, die Funksysteme in Maschinen und Anlagen einbauen und in Betrieb setzen müssen, sowie an Erzeuger industrieller Funklösungen. Sie ist insbesondere auch dafür gedacht, die Kommunikation zwischen Automatisierungstechnikern und Funktechnikern anzuregen.

Viele funkbasierte industrielle Automatisierungsanwendungen befinden sich auch in physikalischen Umgebungen, die der Betreiber/Besitzer kontrollieren kann. Das bedeutet, dass innerhalb einer physikalischen Einrichtung alle Geräte, die Funkwellen abstrahlen, unter der Kontrolle einer einzelnen Instanz vorhanden sind und betrieben werden. Dadurch können drahtlose Verwaltungsstrategien angewendet werden, die für Geräte in öffentlichen oder anderen nicht verwalteten Bereichen nicht umsetzbar sind.

In der industriellen Automatisierung können viele verschiedene Funkkommunikationssysteme in derselben Umgebung betrieben werden. Beispiele für diese Kommunikationssysteme sind Systeme nach IEC 62591 (WirelessHART¹), IEC 62601 (WIA-PA) und IEC 62734 (ISA100.11a). Alle diese Kommunikationssysteme nutzen IEEE 802.15.4 [28] ² für Anwendungen der Prozessautomatisierung. Weitere Beispiele für Funkkommunikationssysteme sind in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 festgelegte Kommunikationsprofile, die IEEE 802.11 [25] und IEEE 802.15.1 [26] für Fertigungsautomatisierungsanwendungen nutzen. Anders als

¹ WirelessHART ist der eingetragene Markenname der FieldComm Group, siehe www.fieldcommgroup.org. Diese Angabe dient nur der Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch die IEC. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den gleichen Ergebnissen führen.

² Nummern in eckigen Klammern beziehen sich auf die Literaturhinweise.

drahtgebundene Feldbusse können sich Funkkommunikationsgeräte innerhalb desselben Gebäudes oder in derselben Umgebung gegenseitig stören. Weitere Quellen von Funkenergie in diesen Bändern sind Strahlungs- Prozessheizungen, Kunststoffschweißmaschinen, Plasmalampen und Mikrowellenbestrahlungsgeräte, die häufig sehr hohe Energiepegel aufweisen.

Ohne ein Mittel zum Management der Koexistenz dieser verschiedenen Sender wäre es schwierig sicherzustellen, dass Funksysteme die Anforderungen an die Zeitkritikalität sowie andere Leistungsanforderungen der industriellen Automatisierung erfüllen.

Dieses Dokument beschreibt das Management unabhängiger Funkquellen, die das gleiche Übertragungsmedium nutzen. Das Management innerhalb eines Funkkommunikationssystems ist nicht Gegenstand dieses Dokuments. Es wird angenommen, dass ein Funksystem von der zugehörigen Norm geregelt wird, beispielsweise mittels eines Mechanismus der Medienzugriffssteuerung.

Die Normenreihe IEC 62657 umfasst vier Teile:

- Teil 1: Anforderungen und Überlegungen zur Frequenznutzung
- Teil 2: Koexistenzmanagement
- Teil 3: Formale Beschreibung des automatisierten Koexistenzmanagements und Anwendungsleitfaden
- Teil 4: Koexistenzmanagement mit zentraler Koordination von Funkanwendungen

IEC 62657-1 enthält allgemeine Anforderungen an die industrielle Automatisierung und Betrachtungen des Spektrums, die als Grundlage für industrielle Kommunikationslösungen dienen. Dieses Dokument legt das Koexistenzmanagement für Funkgeräte fest, um eine vorhersehbare Leistungsfähigkeit sicherzustellen. Es soll die Harmonisierung zukünftiger Anpassungen an internationale, nationale und lokale Vorschriften vereinfachen.

Dieses Dokument beschreibt das Konzept und den Prozess des Koexistenzmanagements. Auf der Grundlage des Koexistenzmanagementprozesses kann für ein bestimmtes Spektrum mit entsprechenden Anwendungsanforderungen eine vorhersehbare Gewissheit der Koexistenz erreicht werden. Dieses Dokument beschreibt Prinzipien zum Verwalten der möglichen gegenseitigen Störungen, die beim Betrieb mehrerer Funkgeräte innerhalb einer Anlage auftreten können.

Dieses Dokument bietet den Nutzern von Funksystemen einen Leitfaden für die Auswahl und die richtige Anwendung der Funksysteme. Es unterstützt außerdem Lieferanten bei der Beschreibung des Verhaltens von Funkgeräten, damit diese geeignete Funkgeräte auf dem Markt anbieten können, die den Aufbau von an die Anwendungsanforderungen angepassten Funksystemen ermöglichen.

Dieses Dokument beruht auf Analysen einer Reihe von Internationalen Normen, die auf spezifische Technologien ausgerichtet sind. Das Ziel dieses Dokuments ist nicht die Einführung neuer Parameter, sondern die Nutzung bereits definierter Parameter unabhängig von einer Technologie.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62657:

- legt die grundlegenden Voraussetzungen, Konzepte, Parameter und Verfahren für die Koexistenz der Funkkommunikation fest;
- legt die Koexistenzparameter fest und wie diese in einer Anwendung, welche die Funkkoexistenz benötigt, verwendet werden;
- enthält Richtlinien, Anforderungen und beste Praktiken für die Verfügbarkeit und Leistung der Funkkommunikation in einer Automatisierungsanlage; es behandelt den Lebenszyklus der Koexistenz der Funkkommunikation;
- unterstützt die Arbeit aller involvierten Personen mit relevanten Verantwortlichkeiten, damit diese die kritischen Aspekte in jeder Phase des Lebenszyklus des Koexistenzmanagements der Funkkommunikation in einer Automatisierungsanlage besser handhaben können. Zu den Aspekten des Lebenszyklus gehören Planung, Entwicklung, Installation, Implementierung, Betrieb, Instandhaltung, Verwaltung und Schulung;
- stellt als eine einheitliche Richtlinie einen allgemeinen Bezugspunkt für die Koexistenz der Funkkommunikation in industriellen Automatisierungsanlagen bereit, um die Anwender bei der Bewertung und Einschätzung des Aufwands in der Anlage zu unterstützen;
- behandelt die operativen Aspekte der Koexistenz der Funkkommunikation in Bezug auf die statische Mensch-Werkzeug-Organisation sowie die dynamische Selbstorganisation eines Netzes.

Dieses Dokument leistet einen wesentlichen Beitrag zu nationalen und regionalen Regulierungen. Es befreit Geräte nicht von der Einhaltung der Konformität mit allen Anforderungen nationaler und regionaler Regulierungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

IEC 62657-1:2017, *Industrial communication networks – Wireless communication networks – Wireless communication requirements and spectrum considerations*

IEC 62657-4, *Industrial networks – Coexistence of wireless systems – Part 4: Coexistence management with central coordination of wireless applications*

IEC 62443 (alle Teile), *Industrial communication networks – Network and system security*

3 Begriffe, Abkürzungen und Vereinbarungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1.1

aktive Umgebungseinflüsse

Einfluss auf die Ausbreitung des Signals durch Störung der Funkkommunikationsanwendung oder Funkanwendung

3.1.2

Nachbarkanalstörung

Störung, die durch Funkgeräte verursacht wird, die benachbarte Frequenzkanäle benutzen

3.1.3

Nachbarkanaltrennschärfe

Fähigkeit eines Funkempfängers, auf das Nutzsignal anzusprechen und die Signale benachbarter Frequenzkanäle zu unterdrücken

3.1.4

Antennengewinn

Verhältnis der Leistung, die am Eingang einer Referenzantenne erforderlich ist, zur Leistung, die in den Eingang der gegebenen Antenne eingespeist wird, um in einer vorgegebenen Richtung und im gleichen Abstand die gleiche Feldstärke zu erzeugen

[QUELLE: Federal Standard 1037C:1996, modifiziert – in der englischen Definition wurden „loss-free“ (de: verlustfrei) vor „reference antenna“ (de: Referenzantenne) sowie die beiden Anmerkungen und Synonyme gestrichen] [29]

3.1.5

Strahlungscharakteristik einer Antenne

Veränderung der Feldstärke einer Antenne als Winkelfunktion bezogen auf die Achse

3.1.6

Antennentyp

Art eines Teils eines Funksende- oder -empfangssystems, der für die Kopplung zwischen einem Sender oder einem Empfänger und dem Ausbreitungsmedium der Funkwelle sorgt

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Praxis sollten die Anschlussklemmen der Antenne oder die Punkte, die als die Schnittstelle zwischen der Antenne und dem Sender oder Empfänger betrachtet werden, festgelegt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn ein Sender oder Empfänger mit seiner Antenne durch eine Speiseleitung verbunden ist, kann die Antenne als Wandler zwischen den geführten Wellen der Speiseleitung und den in den Raum abgestrahlten Wellen betrachtet werden.

[QUELLE: IEC 60050-712:1992, 712-01-01, modifiziert – Hinzufügung von „Art eines“ zu Beginn]

3.1.7

Kommunikationsanforderungen der Anwendung

quantitative Anforderungen, welche die geforderten Bedingungen und die geforderten Eigenschaften von Funkkommunikationslösungen an der Kommunikationsschnittstelle festlegen und welche eingehalten werden, um den Zweck der Automatisierungsanwendung zu erfüllen

3.1.8

Betriebsbereich

charakteristische Merkmale des Bereichs, in dem das Funkkommunikationssystem betrieben wird

3.1.9

automatisiertes kooperatives Koexistenzmanagement

werkzeuggestütztes kooperatives Koexistenzmanagement mit festgelegten Schnittstellen zwischen dem Werkzeug und dem Funkkommunikationssystem

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Werkzeug kann IEC 62657-4³ entsprechen.

³ In Vorbereitung. Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: IEC FDIS 62657-4:2022.

3.1.10

Automatisierungsanwendung

industrielle Automatisierungsanwendung

Anwendung der Mess- und Automatisierungssteuerung im Bereich der industriellen Automatisierung

3.1.11

Datenlänge der Automatisierungsanwendung

Nutzdatenlänge

Anzahl der Oktette, die an der Referenzschnittstelle ausgetauscht werden

3.1.12

Bitrate der physikalischen Verbindung

Maß für die Anzahl der je Sekunde übertragenen Bits

3.1.13

Frequenzsperrung

Fähigkeit eines Gerätes, einen Teil des verfügbaren Spektrums auszulassen

[QUELLE: ETSI TR 102 889-2:2011, modifiziert – die englische Benennung „blacklisting frequencies“ (de: Frequenz-Blacklisting) wurde durch „blocking frequency“ (de: Frequenzsperrung) ersetzt [22]]

3.1.14

Sperrfrequenzliste

Liste der Frequenzen, die gesperrt wurden, damit ein Teil des verfügbaren Spektrums ausgelassen wird

[QUELLE: ETSI TR 102 889-2:2011, modifiziert – die englische Benennung „blacklisting frequencies“ (de: Frequenz-Blacklisting) wurde durch „blocked frequency list“ (de: Sperrfrequenzliste) ersetzt und „damit ein Teil des verfügbaren Spektrums ausgelassen wird“ wurde hinzugefügt] [22]

3.1.15

Zelltopologie

Zellnetztopologie

Netztopologie, bei der das geografische Gebiet in Zellen unterteilt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gerät kann sich von einer Zelle zu einer anderen Zelle bewegen. Geräte innerhalb einer Zelle kommunizieren über einen zentralen Hub. Hubs verschiedener Zellen sind miteinander verbunden.

3.1.16

Mittenfrequenz

geometrisches Mittel der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz eines Frequenzkanals

3.1.17

Kanalnummer

vorzeichenlose ganze Zahl, die in Übereinstimmung mit einem anerkannten Dokument oder einer anerkannten Regel einen Funkkommunikationskanal bezeichnet

3.1.18

Mediennutzung

Zeitintervall, in dem das Medium belegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Zeit beinhaltet über die reine Übertragung der Nutzdaten hinaus auch alle Zeitanteile, die für die Abarbeitung des Übertragungsprotokolls erforderlich sind, z. B. zur Übertragung einer Bestätigung.

3.1.19

Koexistenz

Koexistenz der Funkkommunikation

Zustand, in dem alle Funkkommunikationslösungen einer Anlage, die ein gemeinsames Medium nutzen, alle Kommunikationsanforderungen ihrer Anwendung erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: In IEEE 802.15.2-2003 [27] wird Koexistenz als Eigenschaft eines Gerätes definiert.

3.1.20

Koexistenzmanagement

Prozess zur Herstellung und Erhaltung von Koexistenz mit Hilfe von technischen und organisatorischen Maßnahmen

3.1.21

Informationen des Koexistenzmanagements

Parameter für den Funkkoexistenzmanagementprozess

3.1.22

Koexistenzmanager

Rolle einer für das Koexistenzmanagement bestimmten Person

3.1.23

Planung der Koexistenz

Prozess, der die Zuweisung von Funkkommunikationsressourcen (Zeit, Frequenzen, Übertragungsleistung, Raum) zu jedem Funkkommunikationssystem beschreibt, mit dem Ziel, Koexistenz zu erreichen

3.1.24

kooperatives Koexistenzmanagement

Koexistenzmanagementprozess, in dem Daten zwischen den beteiligten Funkkommunikationsanwendungen mit dem Ziel ausgetauscht werden, die Funkkommunikation so zu beeinflussen, dass alle Anwendungen die Anforderungen erfüllen

3.1.25

Kommunikationsverfügbarkeit

<Funkkommunikation> Verhältnis zwischen dem Zeitintervall der fehlerfreien Übertragung (Betriebszeit) und einer Beobachtungszeit

3.1.26

Kommunikationsverfügbarkeit

<Leistung> Fähigkeit eines Betriebsmittels, zu einem gegebenen Zeitpunkt oder während eines gegebenen Zeitintervalls eine geforderte Funktion unter gegebenen Bedingungen erfüllen zu können, vorausgesetzt, dass die erforderlichen äußeren Hilfsmittel bereitgestellt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Fähigkeit wird durch das Zusammenwirken der Funktionsfähigkeit, der Instandhaltbarkeit und der Instandhaltungsbereitschaft bestimmt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die erforderlichen äußeren Hilfsmittel – mit Ausnahme der Hilfsmittel zur Instandhaltung – haben keinen Einfluss auf die Verfügbarkeitsleistung der Einheit.

3.1.27

Kommunikationslast

Menge an Nutzdaten, die innerhalb einer bestimmten Zeit von der Automatisierungsanwendung zu übertragen ist

3.1.28

Kommunikationszuverlässigkeit

Fähigkeit einer physikalischen Verbindung und der zugehörigen Knoten, Kommunikationsdienste während eines gegebenen Zeitintervalls unter gegebenen Bedingungen auszuführen

3.1.29

Grenzfrequenz

Frequenzgrenze, die der Frequenz am nächsten ist, bei der die spektrale Leistungsdichte unter einen bestimmten Pegel fällt, und die die Frequenzbandbreite definiert

3.1.30

Datendurchsatz

Verhältnis zwischen der Anzahl von Nutzdaten, die an der Ziel-Referenzschnittstelle an die Anwendung übergeben werden, und der Beobachtungszeit

3.1.31

Gerät

Hardwareteil, das Konnektivität und Funktionalität bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies schließt Software nicht aus, die Hardware verwendet, um Funktionen auszuführen oder Konnektivität zu unterstützen.

3.1.32

Gerätetyp

gemeinsame Eigenschaften eines Gerätes entsprechend bestimmten Festlegungen, so dass die verwendeten Geräte Instanzen der gemeinsamen Eigenschaften bilden

BEISPIEL Die Spezifikation kann aus einem Katalog eines Herstellers stammen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese gemeinsamen Eigenschaften beinhalten u. a.: Technologie, Bauart, Anwendungsgebiet, sicherheitsrelevante Teile und Module, EMV, Leistung, Funktionalität.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die gemeinsamen Eigenschaften eines Gerätetyps können in einer bestimmten Geräteinstanz baulich umgesetzt, konfiguriert oder parametrisiert werden.

3.1.33

Abstand zwischen Funkgeräten

räumlicher Abstand zwischen Geräten in einem dreidimensionalen Raum

3.1.34

verteiltes Automatisierungssystem

Funktionen der Automatisierungsgeräte, die die räumliche Ausdehnung einer Funkindustriearomatisierung darstellen

3.1.35

Betriebszyklus

Verhältnis der Sendesequenz bezogen auf eine gegebene Beobachtungszeit für den benutzten Frequenzkanal

3.1.36

Verweilzeit

Dauer, für die ein Frequenzsprungsystem eine bestimmte Frequenz belegt, bevor es zur nächsten Frequenz wechselt

3.1.37

äquivalente isotrope Strahlungsleistung

Produkt aus der in die Antenne eingespeisten Leistung und dem Antennengewinn bezogen auf eine isotrope Antenne in einer vorgegebenen Richtung (absoluter oder isotroper Gewinn)

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.161, modifiziert – in der englischen Benennung wurde „isotropically“ durch „isotropic“ ersetzt und die Definition wurde neu formatiert nach den ISO/IEC-Direktiven, Teil 2] [31]

3.1.38

effektive Strahlungsleistung

Produkt aus in die Antenne eingespeister Leistung und ihrem relativen Gewinn bezogen auf einen Halbwellendipol in einer vorgegebenen Richtung

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.162, modifiziert – im Englischen wurde „(in a given direction)“ (de: (in einer gegebenen Richtung)) gestrichen und die Definition wurde neu formatiert nach den ISO/IEC-Direktiven, Teil 2] [31]

3.1.39

elektromagnetische Störung

elektromagnetische Funktionsstörung

EMI

Beeinträchtigung der Funktion einer Einrichtung, eines Übertragungskanal oder Systems, die durch eine elektromagnetische Störgröße verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Französischen bezeichnen die Benennungen „perturbation électromagnétique“ und „brouillage électromagnétique“ die Ursache und die Wirkung und sollten nicht unterschiedslos verwendet werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Englischen bezeichnen die Benennungen „electromagnetic disturbance“ und „electromagnetic interference“ die Ursache und die Wirkung und sollten nicht unterschiedslos verwendet werden.

[QUELLE: IEC 60050-161:2018, 161-01-06]

3.1.40

Frequenzband

Bereich im Frequenzspektrum, der durch Regulierungsbehörden bestimmten Anwendungen oder einer Gruppe von Anwendungen zur Nutzung zugeteilt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ITU weist Funkkommunikationsdiensten als internationale Regulierungsbehörde lediglich einen bestimmten Bereich im Frequenzspektrum zu.

3.1.41

Frequenzbandbreite

Bandbreite

Differenz zwischen der oberen und der unteren Grenzfrequenz

3.1.42

Frequenzkanal

Bereich des Frequenzspektrums, der durch eine untere und eine obere Grenzfrequenz oder eine Mittenfrequenz und Frequenzbandbreite gekennzeichnet ist

3.1.43

Frequenzsprungfolge

Folge von Frequenzkanälen, die für die Übertragung (Sprungfolge) und die Verweilzeit verwendet wird

3.1.44

Planung der zukünftigen Erweiterung

mögliche Einrichtung neuer Funkkommunikationslösungen und Gebäude, die Einfluss auf die Koexistenz haben können

3.1.45

allgemeine Anlageneigenschaften

Parameter, welche die Anlage allgemein in Bezug auf sämtliche Funkkommunikationsanwendungen beschreiben

3.1.46

räumliche Ausdehnung der Anlage

Länge, Breite und Höhe des vorgesehenen Raums des Funksystems

3.1.47

Ortungsvermögen

Fähigkeit einer Einrichtung, ihren geografischen Standort zu bestimmen

3.1.48

industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendung

Betrieb von Betriebsmitteln oder Geräten, die für das Generieren und die Verwendung von lokaler Hochfrequenzenergie für industrielle, wissenschaftliche, medizinische, private oder ähnliche Zwecke ausgelegt sind, wobei Anwendungen aus dem Bereich der Telekommunikation ausgenommen sind

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.15] [31]

3.1.49

industrielles Kommunikationsnetz

Teilsystem der Datenkommunikation für die industrielle Prozessmessung und -steuerung sowie für Messsysteme, die in Forschung, Entwicklung und bei Prüfungen zum Einsatz kommen

3.1.50

Infrastrukturgerät

Gerät, das für den Aufbau eines Funkkommunikationssystems nach einer Technologie oder Norm benötigt wird, aber keine Schnittstelle zu einer Automatisierungsanwendung aufweist

BEISPIEL Router oder Basisstationen ohne Schnittstellen zum drahtgebundenen Industrienetz oder ohne Automatisierungsanwendungsfunktionen.

3.1.51

Initiierung der Datenübertragung

Verfahren, das festlegt, wie die Anwendung die Datenübertragung initiiert

3.1.52

Störung

Hochfrequenzstörung

Effekt von ungewollt auftretender Energie, die durch Abstrahlung, Strahlung oder Induktion (einzeln oder in Kombination) beim Empfang in einem Funkkommunikationssystem verursacht wird und die sich in einer Leistungsminderung, einer Fehlinterpretation oder einem Verlust von Informationen äußert, die ohne diese ungewollt auftretende Energie extrahiert werden könnten

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.166, modifiziert – im Englischen wurde der Artikel „the“ (de: der) zu Beginn der Definition gestrichen, nach den ISO/IEC-Direktiven, Teil 2] [31]

3.1.53

Störungsart

Art von ungewollt auftretender Energie, verursacht durch eine bestimmte Quelle oder Anwendung

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Störungsarten sind: eine EMI-Quelle, eine ISM-Anwendung oder eine nicht industrielle Funkanwendung.

3.1.54

Intermodulationsempfindlichkeit

Pegel von Außerbandstörsignalen, die, wenn sie am Front-End des Empfängers gemischt werden, ein nicht-lineares In-Band-Produkt dritter Ordnung erzeugen

3.1.55

Sichtkontakt

Eigenschaft einer logischen Verbindung, die eine mögliche Beeinflussung der Funksignalausbreitung durch Blockierung, Brechung oder Reflexion beschreibt

BEISPIEL Sichtverbindung (LOS), Nicht-Sichtverbindung (NLOS) und blockierte Sichtverbindung (OLOS) zwischen diesen Geräten sind mögliche Parameter.

3.1.56

Störfestigkeit

Fähigkeit einer Einheit, bei einer Störung bis zu einem bestimmten Störpegel ohne Beeinträchtigung weiterzuarbeiten und über diesen Störpegel hinaus belastbar zu sein

Anmerkung 1 zum Begriff: Störfestigkeit einer Einheit wird erreicht, indem die Widerstandsfähigkeit dieser Einheit um die Belastbarkeit mit Störungen erweitert wird.

3.1.57

Jitter

erwartetes Auftreten einer Zeitabweichung

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Abweichungen der Übertragungszeit und der Aktualisierungszeit.

3.1.58

Nutzdatenlänge je Sendezeitabstand

Anzahl der in einem Sendezeitabstand gesendeten Oktette, abzüglich der Oktette, die aufgrund der Anforderungen des Funkkommunikationsprotokolls hinzugefügt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Datenlänge der Anwendung hat Einfluss auf die Kommunikationslast und könnte zur zeitlichen Trennung der Funkkommunikationssysteme beitragen.

3.1.59

Lebenszyklus

Zeitspanne vom Beginn der Entstehungsphase eines Produkttyps bis zur Abkündigung des Produkts (Typ)

[QUELLE: IEC 62890:2020, 3.1.22]

3.1.60

Einschränkungen durch Anrainer der Anlage

Beschreibung der Anrainer der Anlage, die die Funkkommunikation höchstwahrscheinlich einschränken

BEISPIEL Hochleistungs-Funkquelle(n).

3.1.61

lineare Topologie

lineare Netztopologie

Topologie, in der die Knoten hintereinander geschaltet sind, wobei zwei Knoten lediglich mit jeweils einem weiteren Knoten verbunden sind und alle anderen Knoten jeweils mit zwei weiteren Knoten verbunden sind (Verbindung in Form einer Linie)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Topologie entspricht der eines offenen Rings.

[QUELLE: IEC 61918:2018, 3.1.51, modifiziert – zugelassene Benennung hinzugefügt]

3.1.62

Sichtverbindung

LOS

Ausbreitungspfad eines Funkfrequenz(RF)-Signals, der nicht durch Hindernisse verdeckt ist (weder teilweise noch vollständig)

3.1.63

untere Grenzfrequenz

am weitesten unterhalb der Frequenz der höchsten Leistung liegende Frequenz, bei der die spektrale Leistungsdichte unter einen bestimmten Pegel fällt

3.1.64

maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung

oberer Grenzwert dafür, wie oft der Kommunikationsstapel Nutzdaten aufgrund von Übertragungsfehlern automatisch erneut übertragen darf

3.1.65

adaptives Verfahren

Maßnahme zur Änderung eines oder mehrerer Betriebsparameter des Funkkommunikationssystems zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit des Systems gegen Störungen und zur Verringerung der Mediennutzung

3.1.66

Mechanismus der Medienzugriffssteuerung

Übertragungsmethode für den Zugriff auf das Medium

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind CSMA, TDMA oder die Kombination aus beiden.

3.1.67

Mediennutzungsfaktor

Maß für die Quantifizierung der Menge an Ressourcen (Energie und Zeit), die von nicht adaptiven Einrichtungen verbraucht werden

3.1.68

Nachricht

geordnete Folge von Oktetten für die Übermittlung von Informationen

Anmerkung 1 zum Begriff: Während des Transports der übermittelten Informationen können die Oktette auf verschiedene Pakete aufgeteilt werden.

[QUELLE: ISO/IEC 2382-16:1996, 16.02.01, modifiziert – „Abfolge von Zeichen“ durch „Folge von Oktetten“ ersetzt, Anmerkung zum Begriff hinzugefügt]

3.1.69

Nachrichtenverlustrate

Verhältnis der Anzahl der Nachrichten, die von der Anwendung an der Referenzschnittstelle innerhalb des Erzeugers übergeben werden, zur Anzahl der Nachrichten, die an der Referenzschnittstelle an die Anwendung innerhalb des Verbrauchers übergeben werden

3.1.70

Maschentopologie

Maschennetztopologie

Topologie, bei der redundante, physisch verschiedene Routing-Pfade zwischen jedem Paar von Netzknoten zur Verfügung stehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit einer drahtlosen Maschentopologie kann der Deckungsgrad über die Multihop-Fähigkeit erweitert und/oder die Kommunikationszuverlässigkeit durch die Bereitstellung redundanter Pfade zwischen Geräten erhöht werden.

[QUELLE: IEC 62734:2014, 3.1.2.95, modifiziert – zugelassene Benennung hinzugefügt]

3.1.71

Modulation

Vorgang, bei dem eine oder mehrere Eigenschaften einer periodischen Wellenform mit einem Modulationssignal verändert werden, welches zu übertragende Informationen enthält

3.1.72

natürliche Umgebungsbedingung

Bedingung, die das Funkgerät und das Funksystem umgibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Temperatur, Feuchte oder Luftdruck.

3.1.73

Netz

alle Medien, Steckverbinder, Repeater, Router, Gateways und zugehörige Knoten-Datenübermittlungselemente, durch die eine bestimmte Gruppe von datenübermittelnden Geräten verbunden ist

[QUELLE: IEC 61158-2:2014, 3.1.30]

3.1.74

Netztopologie

Topologie eines Netzes

Muster der relativen Positionen und Querverbindungen der einzelnen Elemente eines Netzes

[QUELLE: IEC 61918:2018, 3.1.81, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen und zugelassene Benennung hinzugefügt]

3.1.75

Knoten

adressierbares logisches oder physikalisches Gerät, das zum Netzwerk gehört

[QUELLE: IEC 62591:2016, 3.2.75]

3.1.76

Nicht-Sichtverbindung

NLOS

Ausbreitungspfad eines Funkfrequenz(RF)-Signals, der (teilweise oder vollständig) durch Hindernisse verdeckt ist und so den Durchgang des Funksignals erschwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Häufige Hindernisse zwischen Funksendern und Funkempfängern sind hohe Gebäude, Bäume, Landschaftsmerkmale und Hochspannungsleitungen. Während einige Hindernisse das Funksignal absorbieren und andere es reflektieren, begrenzen alle die Übertragungsfähigkeit von Signalen.

3.1.77

Anzahl aufeinanderfolgender verloren gegangener Nachrichten

Zählwert nicht korrekt empfangener Nachrichten zwischen zwei erfolgreich empfangenen Nachrichten

3.1.78

blockierte Sichtverbindung

OLOS

Hindernisse, die in die erste Fresnel-Zone eindringen, aber den LOS-Pfad nicht blockieren, bei denen die konstruktive oder destruktive Interferenz durch die reflektierte Wellenfront das Problem darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Eindringen in den innersten Bereich der ersten Fresnel-Zone wird zu einer Reduzierung oder der Ausblendung des empfangenen Signalpegels führen. An dem Punkt, an dem die Blockierung den LOS-Pfad tangential berührt, betragen die Signalverluste 6 dB oder mehr. Das bewährte Verfahren besteht darin, mindestens 60 % des Radius der ersten Fresnel-Zone frei von Hindernissen zu halten, um Fading (Schwund) des empfangenen Signals zu verhindern.

3.1.79

Betriebsdauer zwischen Ausfällen

Summe der Betriebsdauerperioden zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen an einer logischen Verbindung, wobei die Nachricht als reparierbare Einheit in dem Sinne betrachtet wird, dass eine Nachricht innerhalb der Überlebenszeit wiederholt werden kann

3.1.80

anderer Frequenznutzer

Nutzer, der Funkenergie generiert und für andere Zwecke als die Telekommunikation verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Schweißmaschinen, elektrische Antriebe oder Frequenzumrichter.

3.1.81

Außerbandabstrahlung

Abstrahlung auf einer Frequenz oder auf Frequenzen unmittelbar außerhalb der erforderlichen Bandbreite, die aus dem Modulationsprozess hervorgeht, wobei Nebenabstrahlungen ausgenommen sind

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.144] [31]

3.1.82

Objektbewegung

Festlegung der Bewegungsbahn mobiler Anlagen, die die Bedingungen der Funkwellenausbreitung signifikant beeinflussen können

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für mobile Objekte sind Fahrzeuge, Krane oder Personen.

3.1.83

Beobachtungszeit

Dauer der Überwachung von Ereignissen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind der Empfang von Nutzdaten oder die Verwendung eines Übertragungsmediums durch ein Funkgerät. Dabei ist die Beobachtungszeit der Referenzparameter für die Berechnung von Datenrate und Betriebszyklus.

3.1.84

Paket

formatierte zusammengefasste Bits, die zeitlich gemeinsam über ein physikalisches Medium übertragen werden

[QUELLE: IEC 62591:2016, 3.2.77]

3.1.85

passive Umgebungseinflüsse

Einfluss der Eigenschaften des Betriebsbereichs, der Ausdehnung des Betriebsraums, des Sichtkontakts, mobiler Objekte und der natürlichen Umgebungsbedingungen auf die Signalausbreitung

3.1.86

Leistungsanforderungen

Anforderungen, die das Zeit- und Fehlverhalten, das zum Erreichen des Zwecks der Automatisierungsanwendung erforderlich ist, beschreiben

3.1.87

physikalische Verbindung

Verbindung zwischen den Sende-/Empfangseinheiten (physikalischen Endpunkten) zweier Funkgeräte

3.1.88

Anlage

organisierte Einrichtung von physikalisch abgegrenztem Umfang, die den physikalischen Prozess, den Betrieb, das Personal und die Betriebsmittel einschließt

3.1.89

Punkt-zu-Punkt-Topologie

Punkt-zu-Punkt-Netztopologie

Topologie, bei der zwei Knoten direkt miteinander verbunden sind

3.1.90

Position eines Funkgerätes

räumliche Position des Gerätes im dreidimensionalen Raum in absoluten oder relativen Koordinaten

3.1.91

spektrale Leistungsdichte

Verteilung der auf die Bandbreite bezogenen Leistung der Teilschwingungen eines Signals oder Geräuschs mit kontinuierlichem Spektrum und endlicher mittlerer Leistung als Funktion der Frequenz

[QUELLE: IEC 60050-713:1998, 713-09-12]

3.1.92

Zweck der Automatisierungsanwendung

Zusammenfassung angemessenen Umfangs der vom Funksystem unterstützten Automatisierungsanwendung, um einen hilfreichen Überblick über die an das Funksystem gestellten Anforderungen zu geben

3.1.93

Funkkanal

Modell, das die Eigenschaften des Frequenzkanals, die Umgebungsbedingungen, den Abstand zwischen den Funkgeräten und die Antennencharakteristik berücksichtigt

3.1.94

Funkfrequenzumgebung

stellt das Übertragungsmedium mit passiven Umgebungseinflüssen und aktiven Umgebungseinflüssen dar

3.1.95

Funkressource

von mehreren Funkkommunikationslösungen zum Zwecke der Funksignalübertragung benutzte Ressource

3.1.96

Widerstandsfähigkeit der Funkübertragung

Merkmal der Funkkommunikation, die gewünschte Funktion trotz der Anwesenheit von anderen aktiven Funkanwendungen, die den Ausstrahlungsbereich stören, zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff hat die gleiche Bedeutung wie der Begriff der Koexistenz in IEEE 802.15.2:2003, 3.1.2 [27].

3.1.97

Anzeige der Empfangssignalstärke

relative Zahl für die Empfangssignalstärke am Empfänger von Funkgeräten, die von der jeweiligen Implementierung einer Funktechnologie abhängt

3.1.98

Empfängerübersteuerung

Auswirkung eines starken Störsignals auf die Fähigkeit des Empfängers, ein schwaches Nutzsignal zu empfangen

3.1.99

höchster Eingangspegel des Empfängers

höchste Signalleistung, die das System ohne Signalverzerrung verwerten kann

3.1.100

Empfängerempfindlichkeit

kleinste Signalleistung, mit der der Empfang von Daten mit einer festgelegten Bitfehlerrate noch möglich ist

3.1.101

Referenzschnittstelle

offene Schnittstelle zwischen einer Automatisierungsanwendung und der Funkkommunikationsfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Für den Bereich der Messung und Automatisierungstechnik gibt es keine einheitlich festgelegte Schnittstelle. Die Schnittstelle des Gerätes kann eine serielle oder parallele Hardware-Schnittstelle, eine Feldbus-Schnittstelle, eine Software-Schnittstelle oder eine serielle, parallele, diskrete oder analoge Schnittstelle sein.

3.1.102

regionale Funkvorschrift

Festlegung wichtiger Koexistenzparameter, wie Frequenzband und Ausgangsleistung, für die regionale Umgebung, in der die Funkanwendung angewendet werden soll

3.1.103

relative Bewegung

Position eines Funkgerätes über die Zeit

3.1.104

Anforderungen, die die Eigenschaften von Funklösungen beeinflussen

Kommunikationsanforderungen der Anwendung, welche die Leistungsfähigkeit von Funklösungen und damit den Zustand der Koexistenz beeinflussen

3.1.105

Antwortzeit

Zeitabschnitt zwischen dem Moment der Übergabe des ersten Nutzdatenbits oder -oktetts einer Nachricht an die Referenzschnittstelle eines Senders und dem Moment der Übergabe des letzten Bits oder Oktetts der Bestätigungsnachricht, die der Anforderung zugeordnet werden kann, an die Referenzschnittstelle desselben Senders

3.1.106

Ringtopologie

Ringnetztopologie

aktives Netz, in dem jeder Knoten mit zwei weiteren Knoten in Reihe geschaltet ist

[QUELLE: IEC 61918:2018, 3.1.71, modifiziert – „Ring“ durch „Ringtopologie“ ersetzt und zugelassene Benennung hinzugefügt]

3.1.107

Widerstandsfähigkeit

Fähigkeit einer Einheit, bei einer Störung bis zu einem bestimmten Störpegel ohne Beeinträchtigung weiterzuarbeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Widerstandsfähigkeit einer Einheit darf mit Maßnahmen erhöht werden, die mit der Änderung eines oder mehrerer ihrer Betriebsparameter verbunden sind.

3.1.108

Sicherheitsgrad

Anforderungskategorie für die Netzsicherheit

3.1.109

räumliche Ausdehnung der Anwendung

Quader, der durch die Positionen und/oder den maximalen Bewegungsradius der Automatisierungsgeräte in einem verteilten Automatisierungssystem definiert ist

3.1.110

gemeinsam genutztes Medium

Ressource des Frequenzbands, die in einem bestimmten Bereich von mehreren Funkanwendungen genutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In den ISM-Bändern (en: industrial, scientific and medical) werden viele Funkanwendungen genutzt. Aufgrund dieser allgemeinen Nutzung wird der Begriff „gemeinsam genutztes Medium“ in diesem Dokument angewendet. Die Frequenzbänder werden von verschiedenartigen ISM- und Funkkommunikationsanwendungen genutzt.

3.1.111

Signal-zu-Interferenz+Rausch-Verhältnis

Quotient aus der Stärke des Nutzsignals und der Stärke der unerwünschten Signale, die aus Rauschen und Interferenzen bestehen

3.1.112

räumliche Abdeckung des Funkkommunikationssystems

durch die Länge, Breite und Höhe des Quaders, der das Funkkommunikationssystem umschließt, festgelegte räumliche Abdeckung

3.1.113

Nebenabstrahlung

Abstrahlung auf einer Frequenz oder auf Frequenzen, die außerhalb der erforderlichen Bandbreite liegen und deren Pegel reduziert werden kann, ohne die entsprechende Informationsübertragung zu beeinträchtigen, einschließlich Oberwellenabstrahlung, parasitärer Abstrahlung, Intermodulationsprodukten und Produkten von Frequenzumwandlungen, wobei Außerbandabstrahlungen ausgenommen sind

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.145] [31]

3.1.114

Nebenempfang

unerwünschte Signale am Empfängerausgang

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies bedeutet, es treten andere Frequenzen auf als die des abgestimmten Frequenzkanals.

3.1.115

Sterntopologie

Sternnetztopologie

Netztopologie aus drei oder mehr Geräten, bei der alle Geräte an einem zentralen Gerät angeschlossen sind

[QUELLE: IEC 61918:2018, 3.1.77, modifiziert – „Topologie“ hinzugefügt, „Punkt [...] (der aktiv oder passiv sein kann)“ durch „Gerät“ ersetzt und zugelassene Benennung hinzugefügt]

3.1.116

Überlebenszeit

Zeit, für die eine Anwendung, die einen Kommunikationsdienst nutzt, ohne Empfang einer erwarteten Nachricht fortbesteht

3.1.117

Telekommunikation

jegliche Übertragung, Aussendung oder Empfang von Zeichen, Signalen, Schreiben, Bildern, Geräuschen oder Informationen jeglicher Art über Kabel, Funk, optische oder sonstige elektromagnetische Systeme

[QUELLE: Vollzugsordnung für den Funkdienst der Internationalen Fernmeldeunion (ITU Radio Regulations), Ausgabe 2020 – Art. 1 § 1.3] [31]

3.1.118

gesamte Strahlungsleistung

räumliche Leistungsdichte integriert über der Oberfläche des Einflussbereichs

3.1.119

Sendezeitabstand

Zeitdifferenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Übertragungen von Nutzdaten von der Automatisierungsanwendung über die Referenzschnittstelle zur Funkkommunikationsfunktion

3.1.120

Übertragungslücke

Lücke zwischen zwei von einem Sender nacheinander genutzten Kanälen

3.1.121

Ausgangsleistung der Übertragung

gesamte Strahlungsleistung abzüglich der Verluste zwischen dem Senderausgang und der Antenne

3.1.122

Übertragungszeit

Zeitabschnitt vom Beginn der Übergabe des ersten Anwendungsdatenoktetts einer Nachricht an die Referenzschnittstelle eines Erzeugers bis zur Übergabe des letzten Anwendungsdatenoktetts derselben Nachricht an der Referenzschnittstelle eines Verbrauchers

3.1.123

Sendesequenz

Dauer, für die ein Sender einen Frequenzkanal nutzt, ohne von einem Funkgerät desselben Systems unterbrochen werden zu können

3.1.124

Spektralmaske des Senders

Hüllkurve der Maximalwerte der spektralen Leistungsdichte über einen Frequenzbereich

3.1.125

Baumtopologie

Baumnetztopologie

Netztopologie, bei der alle Knoten in einer Kombination aus einer linearen und einer Sterntopologie miteinander verbunden sind

3.1.126

Aktualisierungszeit

Zeitabschnitt von der Übergabe des letzten Nutzdatenoktetts der Nachricht eines Erzeugers durch die Referenzschnittstelle eines Verbrauchers an die Automatisierungsanwendung bis zur Übergabe des letzten Nutzdatenbytes der Folgenachricht von demselben Erzeuger

3.1.127

obere Grenzfrequenz

am weitesten oberhalb der Frequenz der höchsten Leistung liegende Frequenz, bei der die spektrale Leistungsdichte unter einen bestimmten Pegel fällt

3.1.128

Funkanwendung

jede Verwendung elektromagnetischer Wellen von Geräten oder Betriebsmitteln zur Erzeugung und Nutzung von Funkenergie mittels einer funktechnischen Umgebung mit passiven Umgebungseinflüssen und aktiven Umgebungseinflüssen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition schließt Funkkommunikationssysteme mit Funkkommunikationsfunktionen ein, die eine Gruppe räumlich verteilter Automatisierungsfunktionen, verteilter Automatisierungssysteme mit lokalen Funktionen und physikalischer Systeme mit physikalischen Systemfunktionen darstellen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Definition schließt Betriebsmittel zur Funkerkennung mit ein.

3.1.129

Funkkommunikation

Kommunikation, bei der die Übertragung von Informationen durch elektromagnetische Strahlung erfolgt, ohne dass dazu Kabel oder Lichtwellenleiter verwendet werden

3.1.130

Funkkommunikationsanwendung

Teil einer industriellen Automatisierungsanwendung, die Funkkommunikation verwendet

3.1.131

Funkkommunikationslösung

Parameter von Funkkommunikationslösungen, die Implementierungen von Funkkommunikationssystemen und Funkkommunikationsgeräten darstellen

3.1.132

Dichte von Funkkommunikationslösungen

Verhältnis der Anzahl von Funkkommunikationslösungen zur räumlichen Ausdehnung der Anlage

3.1.133

Funkkommunikationssystem

Gruppe von Funkkommunikationsgeräten, Infrastrukturgeräten und physikalischen Verbindungen, die mittels Funkfrequenzen und unterschiedlicher Topologien kommunizieren

3.1.134

Funkgerät

Funkautomatisierungsgerät

Betriebsmittel für Funkkommunikationsanwendungen, das Funkwellen für die Funkkommunikation mit anderen Betriebsmitteln für Funkkommunikationsanwendungen nutzt

3.1.135

Funkgerätedichte

Anzahl von Funkgeräten innerhalb der räumlichen Abdeckung des Funkkommunikationssystems

3.1.136

Funkgerät-Empfängerparameter

Festlegung von Funkempfängereigenschaften

3.1.137

Funkgerätelösung

Parameter, die zu einzelnen Knoten in einem System gehören, welches eine Funkkommunikationslösung implementiert

3.1.138

Funkgerät-Senderparameter

Festlegung von Funksendereigenschaften

3.1.139

Funkgerätetyp

Spezifikation eines Gerätes entsprechend den Katalogdaten

3.1.140

Funknetz

Funkkommunikationsnetz

Netz, das aus mindestens zwei Funkgeräten besteht, die eine Funkkommunikation aufgebaut haben

3.1.141

Funknetzlösung

zu einem Netz als Ganzem gehörende Parameter, welche zur Implementierung einer Funkkommunikationslösung verwendet werden

3.1.142

Funklösung

Funkkommunikationslösung

bestimmte Implementierung oder Instanz eines Funkkommunikationssystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Funklösung kann aus Produkten eines oder mehrerer Hersteller bestehen.

3.1.143

Funksystem

Funkkommunikationssystem

Menge zusammenhängender Elemente, die eine Funkkommunikation ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Funksystem ist die Abbildung eines Systems auf einer hohen Ebene, während eine Funklösung eine praktische Instanz eines Systems darstellt.

3.1.144

Funksystemtyp

Parameter, welche die Art des Funkkommunikationssystems beschreiben

3.1.145

Funksystem- und Funkgerätetyp

Parameter, welche das Modell eines Funksystems oder eines Funkgerätes charakterisieren, indem sie Parameter für die Festlegung eines Funksystemtyps und eines Funkgerätetyps liefern

3.1.146

Funktechnologie oder Funknorm

Benennung der Funktechnologie oder der Funknorm

BEISPIEL Beispiele für Normen, die ein Funkkommunikationssystem festlegen, sind IEC 62591, IEC 62601 und IEC 62734.

3.2 Abkürzungen

AFH	adaptives Frequenzsprungverfahren (en: adaptive frequency hopping)
CEPT	Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation (fr: Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications)
CP	Kommunikationsprofil nach IEC 61784-2 (en: communication profile)
CSMA	Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung (en: carrier sense multiple access)
DAA	Feststellung und Vermeidung bereits benutzter Frequenzen (en: detect and avoid)
DAR	Feststellung und Minderung von Störungen (en: detect and reduce)
DAS	Feststellung und Unterdrückung von Störungen (en: detect and suppress)
DECT	digitale erweiterte schnurlose Telekommunikation (en: digital enhanced cordless telecommunications)
ECO	European Communications Office (des Electronic Communications Committee der CEPT)
EIRP	äquivalente isotrope Strahlungsleistung (en: equivalent isotropic radiated power)
EMV	elektromagnetische Verträglichkeit (en: electromagnetic compatibility)
EMI	elektromagnetische Störung (en: electromagnetic interference)
ERP	effektive Strahlungsleistung (en: effective radiated power)
GSM	globales System für Mobilfunkkommunikation (en: global system for mobile communications)
IF	Zwischenfrequenz (en: intermediate frequency)
IP	Internetprotokoll (en: internet protocol)
ISM	industriell, wissenschaftlich und medizinisch (en: industrial, scientific and medical)
IT	Informationstechnik (en: information technology)
ITU	Internationale Fernmeldeunion (en: International Telecommunication Union)
LAN	lokales Netz (en: local area network)
LOS	Sichtverbindung (en: line of sight)
MAC	Medienzugriffssteuerung (en: medium access control)

MLR	Nachrichtenverlustrate (en: message loss ratio)
NLOS	Nicht-Sichtverbindung (en: non line of sight)
N/A	Nicht anwendbar (en: not applicable)
OLOS	blockierte Sichtverbindung (en: obstructed line of sight)
PCB	Leiterplatte (en: printed circuit board)
PHY	Bitübertragungsschicht (en: physical layer)
PSD	spektrale Leistungsdichte (en: power spectral density)
RF	Funkfrequenz, Hochfrequenz (en: radio frequency)
RFID	Identifizierung mittels Hochfrequenz (en: radio frequency identification)
RSSI	Anzeige der Empfangssignalstärke (en: received signal strength indication)
SIR	Störabstand (en: signal-to-interference ratio)
TDMA	Mehrfachzugriffsverfahren auf Zeitmultiplexbasis (en: time division multiple access)
TRP	gesamte Strahlungsleistung (en: total radiated power)
UMTS	universelles mobiles Telekommunikationssystem (en: universal mobile telecommunications system)
WD	Funkgerät (en: wireless device)
WIA-PA	Funknetzwerk für die industrielle Automatisierung – Prozessautomatisierung (en: wireless network for industrial automation – process automation)
WLAN	lokales Funknetz (en: wireless local area network)
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e.V.

3.3 Konventionen

ANMERKUNG Die grafischen Darstellungen der Ablaufschemata in den Bildern basieren auf ISO 5807.

Für die Vorlagen der Parameter des Koexistenzmanagements in Abschnitt 8 gelten die folgenden Vereinbarungen:

- In der Spalte „Parametername“ sind bestimmte Parameter durch Einrückung gruppiert. Die nach rechts eingerückten Parameter gehören zu dem weiter links stehenden Parameter darüber.
- Die Spalte „Anwendung“ legt fest, ob der Parameter verbindlich oder optional ist oder eine Auswahl aus mehreren Parametern darstellt.
- Die Spalte „Wert“ kann einen Wertebereich oder eine Werteliste enthalten, wenn die Parameter mehrere Möglichkeiten zulassen. Wenn ein Parameter keine Einheit besitzt, muss in der Spalte „Einheit“ „nicht anwendbar“ (N/A) vermerkt werden.

4 Koexistenzkonzept in der industriellen Automatisierung

4.1 Überblick

Durch den Einsatz von Funkkommunikation können Industrieprozesse kostengünstiger, flexibler und zuverlässiger implementiert und neue Automatisierungskonzepte angewendet werden. Industrielle Automatisierungsanwendungen stellen in der Regel höhere Anforderungen an Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit der Funkkommunikation als Anwendungen aus dem Heim- und Bürobereich. Industrielle Automatisierungsanwendungen sind auch in Industrieumgebungen anzutreffen, die höhere elektromagnetische Störungen (EMI) als nicht industrielle Bereiche aufweisen.

Im Rahmen des Koexistenzmanagements werden weitere Quellen der Funkabstrahlung zu berücksichtigen sein.

ANMERKUNG In einigen Industrieumgebungen können in den von den Funkkommunikationssystemen genutzten Bändern weitere Quellen von Funkabstrahlung vorhanden sein. Zu diesen Sendern können Geräte mit unbeabsichtigter Störabstrahlung gehören, wie z. B. Hochleistungs-Schweißmaschinen, welche elektromagnetische Energie im Breitband erzeugen.

Aufgrund dieser Anforderungen werden verschiedene Funksysteme eingesetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass an einem Ort mehrere Funksysteme gleichzeitig betrieben werden. Da diese Funksysteme ein gemeinsames Medium nutzen, ist im Laufe des Lebenszyklus mit einer gegenseitigen Beeinflussung der Systeme zu rechnen. Diese wirkt sich auf die Leistungsfähigkeit des Systems aus, einschließlich Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit. Dieses Dokument soll helfen, mögliche Risiken aufzudecken und abhängig von den Anforderungen der industriellen Automatisierungsanwendung Maßnahmen zu deren Beherrschung empfehlen. Dieses Dokument verdeutlicht auch, dass die Koexistenz mehrerer Funksysteme und gleichzeitig ein effizienter Umgang mit dem Frequenzspektrum als endliche Ressource in den meisten Fällen möglich ist, sofern ein entsprechendes Vorgehen ausgewählt wird und die jeweiligen Anforderungen beachtet werden. Um dies zu erreichen, ist ein Prozess erforderlich, in dem alle Aspekte der Koexistenz von Funksystemen während Entwicklung, Inbetriebnahme und Betrieb sowie der Instandhaltung berücksichtigt werden. Dieser Prozess ist Gegenstand dieses Dokuments und wird als Koexistenzmanagement von Funklösungen bezeichnet. Die damit verbundenen Aktionen und Entscheidungen dienen der Einhaltung der für die Anwendung geforderten Grenzwerte über den gesamten Lebenszyklus der Anlage.

Abhängig von der Bedeutung der Anforderungen bezüglich der Funkkommunikation für die Anlage kann dieser Prozess mehr oder weniger aufwendig gestaltet werden. Diese Komplexität hängt unter anderem von den Eigenschaften der Funkkommunikationsanwendung ab, die durch die einzelnen Funklösungen ermöglicht wird (beispielsweise Regelung mit strikten Echtzeitanforderungen), der Anzahl und dem Ort der verschiedenen Funklösungen, welche sich möglicherweise gegenseitig stören, sowie von anderen möglicherweise vorhandenen Funksendern in denselben Bändern.

Werden an das Funksystem keine oder nur geringe Anforderungen gestellt, so ist für die Koexistenz von Funklösungen ein geringerer Aufwand erforderlich als für ein Funksystem, das z. B. Teil einer Steuerungsanwendung mit hohen Echtzeitanforderungen ist. Es wird jedoch dringend empfohlen, in Betracht zu ziehen, dass später zusätzliche Funksysteme zum Einsatz kommen können oder dass sich die Anforderungen an das bestehende Funksystem in Zukunft ändern können (z. B. durch zusätzliche Anwendungen). Die Gestaltung der Fabrikanlage muss sicherstellen, dass die angewandten Koexistenzmaßnahmen den Anforderungen an das Funksystem entsprechen.

Der Zustand, in dem Koexistenz besteht, ist dadurch bestimmt, dass Grenzwerte relevanter Parameter für alle im betrachteten Bereich vorhandenen Funkkommunikationsanwendungen eingehalten werden. Dieser Zustand der Koexistenz ist durch geeignete Maßnahmen bei der Planung und im Betrieb herzustellen. Das macht deutlich, dass Koexistenz kein statisches Merkmal einer Funklösung ist, sondern ein Zustand innerhalb des Lebenszyklus einer Anlage. Es besteht die Möglichkeit, dass dieser Zustand durch bestimmte Ereignisse zeitweilig oder dauerhaft verlassen wird. Die Grenzwerte der Parameter werden durch die Automatisierungsanwendung bestimmt, in der die Funkkommunikation abläuft. Das bedeutet auch, dass das Koexistenzmanagement kontextabhängig und in voller Übereinstimmung mit der Automatisierungsanwendung bewertet und sichergestellt werden muss.

Ganz allgemein kann Koexistenz von zwei oder mehr Funklösungen hergestellt werden, indem die von verschiedenen Quellen ausgehenden Übertragungen orthogonal polarisiert werden.

Es gibt drei Möglichkeiten zur Herstellung von Koexistenz, wobei a) einen höheren Arbeitsaufwand zur Einrichtung und Aufrechterhaltung des Koexistenzmanagements erfordert und b) und c) einen erhöhten Automatisierungsgrad einschließen:

- a) manuelles Koexistenzmanagement (niedrigste Ebene);
- b) automatisiertes nicht kooperatives Koexistenzmanagement;
- c) automatisiertes kooperatives Koexistenzmanagement (höchste Ebene).

Automatische Techniken sowie die Algorithmen, auf denen sie beruhen, werden in der Regel in zwei grobe Kategorien eingeteilt: kooperative und nicht kooperative.

4.2 Zweck

Dieses Dokument fokussiert sich auf Maßnahmen zur Herstellung der Koexistenz von Funksystemen für Mess- und Automatisierungsanwendungen. Diese industriellen Automatisierungsanwendungen können auf verschiedene Weise klassifiziert werden. Beispielsweise werden sie in Tabelle 1 entsprechend dem Grad der Kritikalität der Anwendung klassifiziert. Der Aufwand für das Koexistenzmanagement kann entsprechend der in Tabelle 1 beschriebenen Klassifizierung schwanken.

Tabelle 1 – Beispiel für eine Klassifizierung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung

Klasse	Anwendung	Kommunikationsanforderungen der Anwendung
Funktionale Sicherheit	Implementierung eines sicherheitsbezogenen Systems, dessen Versagen die Sicherheit von Personen und/oder der Umgebung und/oder der Anlage beeinflussen kann	Das Kommunikationsprotokoll sollte eine funktional sichere Kommunikation unterstützen, und das Koexistenzmanagement muss eingesetzt werden, um alle Anforderungen dieses Dokuments zu erfüllen.
Steuerung und Regelung	Regelung mit geschlossenem Regelkreis oder Steuerung mit offenem Regelkreis	Das Kommunikationsprotokoll sollte eine bessere Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Zeitkritikalität unterstützen als ein Kommunikationsprotokoll in anderen Anwendungsbereichen, wie der Konsumgüterindustrie oder der Telekommunikation. Das Koexistenzmanagement muss eingesetzt werden, um die meisten Anforderungen dieses Dokuments zu erfüllen.
Überwachung	Prozessvisualisierung und -alarmierung	Für das Kommunikationsprotokoll sind keine spezifischen Erweiterungen erforderlich. Typische Überwachungsanwendungen können durch eine Menge gelockerter Anforderungen zufriedengestellt werden. Das Koexistenzmanagement muss eingesetzt werden, um diese Minimalanforderungen zu erfüllen.
ANMERKUNG Die Angaben „meisten“ und „Minimal-“ basieren auf der grafischen Beschreibung in Bild 3.		

Die Klassifizierung der Automatisierungsanwendungen in Tabelle 1 bezieht sich auf die funktionalen Anforderungen der betrachteten Prozessindustrieanwendung. Diese Klassifizierung kann auch für andere Anwendungsbereiche angepasst werden.

Dessen ungeachtet muss der Koexistenzmanager die Einstufung der Kritikalität und die dazugehörigen Kommunikationsanforderungen der Anwendung Fall für Fall bestimmen.

ANMERKUNG 1 Kommunikationsanforderungen der Anwendung werden in IEC 62657-1 beschrieben.

Weitere Anwendungen von Funk-Strichcode-Lesern bis Voice- und Video-over-IP-Anwendungen können ebenso klassifiziert und entsprechend diesem Dokument behandelt werden.

Die Anwendbarkeit dieses Dokuments beschränkt sich nicht auf ein spezielles Frequenzband, beispielsweise das 2,4-GHz-ISM-Band. Als Störeinflüsse werden sowohl konkurrierende Kommunikationssysteme als auch andere zugelassene Funkanwendungen wie Mikrowellensysteme zum Trocknen oder zum Kunststoffschweißen in Betracht gezogen. Darüber hinaus können weitere Störungen durch starke niederfrequente elektromagnetische Felder auftreten (z. B. Transformatoren, leistungsstarke Motoren oder andere elektromagnetische Störungen (EMI), siehe Bild 1). Die zu berücksichtigenden Störquellen werden im Einzelnen in 4.4 behandelt.