

DIN EN 62657-2

ICS 35.110

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Funk-Kommunikationsnetze –
Teil 2: Koexistenz-Management
(IEC 62657-2:2013, modifiziert);
Deutsche Fassung EN 62657-2:2015**

Industrial communication networks –
Wireless communication networks –
Part 2: Coexistence management
(IEC 62657-2:2013, modified);
German version EN 62657-2:2015

Réseaux de communication industriels –
Réseaux de communication sans fil –
Partie 2: Gestion de coexistence
(IEC 62657-2:2013, modifiée);
Version allemande EN 62657-2:2015

Gesamtumfang 81 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-03-16 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-02-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62657-2:2012-10.

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

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65C „Industrial networks“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. 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 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. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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.

Die gemeinsamen Abänderungen von CENELEC wurde eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich im linken Seitenrand gekennzeichnet.

Industrielle Kommunikationsnetze –
Funk-Kommunikationsnetze –
Teil 2: Koexistenz-Management
(IEC 62657-2:2013, modifiziert)

Industrial communication networks –
Wireless communication networks –
Part 2: Coexistence management
(IEC 62657-2:2013, modified)

Réseaux de communication industriels –
Réseaux de communication sans fil –
Partie 2: Gestion de coexistence
(IEC 62657-2:2013, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-03-16 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62657-2:2015 D

Vorwort

Dieses Dokument (EN 62657-2:2015) besteht aus dem Text der IEC 62657-2:2013, ausgearbeitet von SC 65C „Industrial networks“ des IEC/TC 65 „Industrial-process measurement, control and automation“, zusammen mit den ausgearbeiteten gemeinsamen Abänderungen von CLC/TC 65X „Industrial-process measurement, control and automation“.

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): 2016-03-16
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-03-16

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62657-2:2013 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit vereinbarten, gemeinsamen Abänderungen angenommen.

GEMEINSAME ABÄNDERUNGEN

1 Anwendungsbereich

Lösche Beispiel 1 und 2.

3 Begriffe, Abkürzungen und Vereinbarungen

Lösche in 3.2 den Begriff „R&TTE“.

4 Koexistenzkonzept in der Automatisierungstechnik

Ersetze in 4.2 den ersten Absatz durch folgenden:

Dieser Teil der DIN EN 62657 ist eine Anleitung für Hersteller von Funkautomatisierungsgeräten, wie die Anforderungen der anwendbaren regionalen und lokalen Regulierungen zu erfüllen sind.

7 Koexistenzmanagementprozess

Ersetze in 7.1.1 den letzten Absatz durch folgenden:

In allen Phasen müssen die lokalen und regionalen rechtlichen und behördlichen/regulatorischen Aspekte berücksichtigt und eingehalten werden.

Literaturhinweise

Ergänze die folgenden Einträge für die angezeigten Normen:

IEC 61360 Reihe	ANMERKUNG	Harmonisiert in der Reihe EN 61360 (nicht modifiziert).
IEC 61784-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61784-1.
IEC 61784-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61784-2.
IEC 62591	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62591.

Ersetze den Text der Einträge [20] und [21] durch „nicht anwendbar“.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Abkürzungen und Vereinbarungen	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Abkürzungen	17
3.3 Vereinbarungen	18
4 Koexistenzkonzept in der Automatisierungstechnik	19
4.1 Überblick	19
4.1.1 Allgemeines	19
4.1.2 Manuelles Koexistenzmanagement	20
4.1.3 Automatisiertes nicht-kooperatives Kennzahl-basiertes Koexistenzmanagement	20
4.1.4 Automatisiertes kooperatives Kennzahl-basiertes Koexistenzmanagement	21
4.2 Zweck	21
4.3 Notwendigkeit der Einführung eines Koexistenzmanagements	23
4.4 Störpotenzial	24
4.5 Randbedingungen	26
4.6 Bewährte Verfahren zur Herstellung von Koexistenz	26
4.7 Konzeptionelles Koexistenzmodell	28
4.8 Koexistenzmanagement und Auswahl einer Funkkommunikationslösung	30
4.9 Koexistenzmanagementsystem	32
5 Parameter des Koexistenzmanagements	32
5.1 Allgemeines	32
5.2 Erläuterung der Koexistenzparameter	32
5.2.1 Nachbarkanaltrennschärfe	32
5.2.2 Antennengewinn	32
5.2.3 Strahlungscharakteristik einer Antenne	33
5.2.4 Bandbreite	33
5.2.5 Bitrate der physikalischen Verbindung	33
5.2.6 Mittenfrequenz	33
5.2.7 Eigenschaften des Betriebsbereichs	33
5.2.8 Kommunikationslast	33
5.2.9 Grenzfrequenz	34
5.2.10 Datendurchsatz	35
5.2.11 Duty Cycle	35
5.2.12 Effektive Strahlungsleistung (EIRP, ERP)	36

	Seite
5.2.13 Frequenzsprungverfahren.....	37
5.2.14 Planung der zukünftigen Erweiterung	37
5.2.15 Räumliche Ausdehnung der Anlage	37
5.2.16 Infrastrukturkomponenten	37
5.2.17 Initiierung der Datenübertragung	37
5.2.18 Nutzdatenlänge je Sendezeitabstand	37
5.2.19 Einschränkungen durch Anrainer der Anlage	38
5.2.20 Maximale Verweilzeit	38
5.2.21 Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung	38
5.2.22 Längste Sendesequenz	38
5.2.23 Adaptive Verfahren	39
5.2.24 Mechanismen der Mediumszugriffssteuerung	40
5.2.25 Modulation.....	40
5.2.26 Natürliche Umgebungsbedingungen.....	40
5.2.27 Beschreibungsparameter des Geräts	40
5.2.28 Andere Frequenznutzer	40
5.2.29 Paketverlustrate	40
5.2.30 Physikalische Verbindung.....	41
5.2.31 Position von Funkgeräten und Abstände zwischen ihnen	41
5.2.32 Spektrale Leistungsdichte	41
5.2.33 Zweck der Automatisierungsanwendung	42
5.2.34 Funkkanal.....	42
5.2.35 Bedingungen der Funkwellenausbreitung.....	42
5.2.36 Receiver Blocking response	42
5.2.37 Maximaler Eingangspegel des Empfängers	43
5.2.38 Empfängerempfindlichkeit.....	43
5.2.39 Regionale Funkvorschriften	43
5.2.40 Relative Bewegung	43
5.2.41 Geforderte Zuverlässigkeit.....	43
5.2.42 Antwortzeit	44
5.2.43 Geforderter Sicherheitsgrad (security level)	44
5.2.44 Räumliche Abdeckung des Funkkommunikationsnetzes	44
5.2.45 Nebenempfang.....	44
5.2.46 Topologie	44
5.2.47 Gesamte Strahlungsleistung (TRP)	45
5.2.48 Übertragungslücke	45
5.2.49 Sendezeitabstand	46
5.2.50 Übertragungszeit.....	46
5.2.51 Spektralmaske des Senders	48

	Seite
5.2.52 Antennentyp	49
5.2.53 Aktualisierungszeit.....	49
5.2.54 Benutzte Frequenzbänder	50
5.2.55 Funkgeräte	50
5.2.56 Funkkommunikationsnetze.....	50
5.2.57 Funktechnologie oder Funknorm.....	50
6 Informationsstrukturen des Koexistenzmanagements	51
6.1 Allgemeines	51
6.2 Allgemeine Anlageneigenschaft	52
6.3 Kommunikationsanforderungen der Anwendung	53
6.3.1 Überblick.....	53
6.3.2 Anforderungen, die die Eigenschaften der Funklösungen beeinflussen.....	53
6.3.3 Leistungsanforderungen.....	54
6.4 Eigenschaften der Typen von Funkkommunikationssystemen und Geräten.....	54
6.4.1 Überblick.....	54
6.4.2 Eigenschaften eines Funksystemtyps.....	55
6.4.3 Eigenschaften von Funkgerätetypen.....	56
6.5 Eigenschaften von Funkkommunikationslösungen	58
6.5.1 Überblick.....	58
6.5.2 Eigenschaften einer Funknetzwerklösung	58
6.5.3 Eigenschaften von Funkgerätelösungen.....	59
7 Koexistenzmanagementprozess	60
7.1 Allgemeines	60
7.1.1 Überblick.....	60
7.1.2 Dokumentation	60
7.1.3 Geeignete Dokumentationsmethode.....	63
7.1.4 Einsatz von Werkzeugen.....	64
7.2 Einrichtung eines Koexistenzmanagementsystems.....	64
7.2.1 Benennen eines Koexistenzmanagers.....	64
7.2.2 Verantwortungsbereich eines Koexistenzmanagers	65
7.2.3 Unterstützung durch Funkspezialisten	65
7.2.4 Schulung.....	65
7.3 Pflege von Koexistenzmanagementsystemen	66
7.4 Phasen des Koexistenzmanagementprozesses	66
7.4.1 Untersuchungsphase	66
7.4.2 Planungsphase.....	69
7.4.3 Einführungsphase.....	71
7.4.4 Betriebsphase.....	72
8 Vorlagen für Koexistenzparameter	74

Literaturhinweise	78
-------------------------	----

Bilder

Bild 1 – Betrachtungsraum	22
Bild 2 – Beispiele für Funkanwendungen im industriellen Umfeld	23
Bild 3 – Entwicklung des Aufwands zur Herstellung der Koexistenz nach den Anwendungsklassen	26
Bild 4 – Trennung von Funkkommunikationssystemen nach Frequenz und Zeit	27
Bild 5 – Konzeptionelles Koexistenzmodell.....	29
Bild 6 – Ablaufschema des konzeptionellen Koexistenzmodells.....	30
Bild 7 – Auswahl eines Funkkommunikationssystems im Koexistenzmanagementprozess	31
Bild 8 – Kommunikationslast bei zwei Funkgeräten.....	34
Bild 9 – Kommunikationslast bei mehreren Funkgeräten.....	34
Bild 10 – Aus dem größten Leistungspegel abgeleitete Grenzfrequenzen.....	35
Bild 11 – Duty Cycle	36
Bild 12 – Längste Verweilzeit	38
Bild 13 – Längste Sendesequenz.....	39
Bild 14 – Abstand zwischen Funkgeräten	41
Bild 15 – Spektrale Leistungsdichte eines Systems nach IEEE 802.15.4	42
Bild 16 – Kürzeste Übertragungslücke	45
Bild 17 – Kommunikationszyklus, Ereignisintervall der Anwendung und Maschinenzyklus	46
Bild 18 – Beispiele für Dichtefunktionen der Übertragungszeit.....	47
Bild 19 – Beispiele für Verteilungsfunktionen der Übertragungszeit	48
Bild 20 – Spektralmaske des Senders eines Systems nach IEEE 802.15.4.....	49
Bild 21 – Beispiel für Verteilungsfunktionen der Aktualisierungszeit	50
Bild 22 – Prinzip für die Anwendung von Koexistenzparametern	51
Bild 23 – Parameter zur Beschreibung der allgemeinen Anlagencharakteristik	52
Bild 24 – Parameter zur Beschreibung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	53
Bild 25 – Parameter zur Beschreibung von Funknetzwerk- und Funkgerätetyp.....	55
Bild 26 – Spektrale Leistungsdichte und Spektralmaske des Senders eines DECT-Systems	56
Bild 27 – Mediumsnutzung eines DECT-Systems in Abhängigkeit von Zeit und Frequenz	57
Bild 28 – Parameter zur Beschreibung einer Funkkommunikationslösung.....	58
Bild 29 – Beziehungen der Dokumente in der Spezifikation eines Koexistenzmanagementsystems	63
Bild 30 – Planung eines Funkkommunikationssystems im Koexistenzmanagementprozess.....	70
Bild 31 – Implementierung und Betrieb eines Funkkommunikationssystems im Koexistenzmanagementprozess.....	73

Tabellen

Tabelle 1 – Klassifizierung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung.....	21
Tabelle 2 – Vom Anwendungsprofil abhängige Werte der Beobachtungszeit	36
Tabelle 3 – Parameterliste zur Beschreibung der allgemeinen Anlagencharakteristik.....	52

	Seite
Tabelle 4 – Parameterliste zur Beschreibung der Anforderungen, die die Eigenschaften von Funklösungen beeinflussen	54
Tabelle 5 – Parameterliste zur Beschreibung der Leistungsanforderungen	54
Tabelle 6 – Parameterliste zur Beschreibung des Funksystemtyps.....	55
Tabelle 7 – Parameterliste zur Beschreibung des Senders eines Funkgerätetyps.....	57
Tabelle 8 – Parameterliste zur Beschreibung des Empfängers eines Funkgerätetyps.....	58
Tabelle 9 – Parameterliste zur Beschreibung einer Funknetzwerklösung	59
Tabelle 10 – Parameterliste zur Beschreibung des Senders einer Funkgerätelösung	59
Tabelle 11 – Parameterliste zur Beschreibung des Empfängers einer Funklösung	60
Tabelle 12 – Vorlage zur Beschreibung der allgemeinen Anlageneigenschaft.....	74
Tabelle 13 – Vorlage zur Beschreibung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung	74
Tabelle 14 – Vorlage zur Beschreibung eines Funkkommunikationssystemstyps.....	75
Tabelle 15 – Vorlage zur Beschreibung eines Funkgerätetyps.....	76
Tabelle 16 – Vorlage zur Beschreibung der Funknetzwerklösung.....	76
Tabelle 17 – Vorlage zur Beschreibung einer Funkgerätelösung	77

Einleitung

Auf dem Markt besteht Bedarf an verschiedenen Netzwerklösungen mit jeweils anderen Leistungskennwerten und Funktionsfähigkeiten, die verschiedenartige Anwendungsanforderungen erfüllen müssen. Automatisierungsanwendungen, die in verschiedenen industriellen Bereichen eingesetzt werden, wie

- Prozessautomatisierung, die z. B. die folgenden Branchen umfasst:
 - Öl & Gas, Raffinerie,
 - Chemie,
 - Pharmazie,
 - Bergbau,
 - Papier und Zellstoff,
 - Wasser und Abwasser,
 - Stahl;
- Elektroenergie, wie
 - Energieerzeugung (Windkraftanlagen, usw.),
 - Energieverteilung (Netz);
- Fabrikautomation, die zum Beispiel folgende Branchen beinhaltet
 - Lebensmittel und Getränke,
 - Automobilindustrie,
 - Maschinenbau,
 - Halbleiterherstellung,

erfordern ein Verhalten von Funkkommunikationsnetzen, das unterschiedlich zu denen ist, wie sie z. B. in der Telekommunikation oder für kommerzielle Produkte wie Fernbedienungen oder Spielwaren verwendet werden. Diese Anforderungen sind in der Norm IEC/TS 62657-1 identifiziert und festgelegt.

In der industriellen Automation können viele verschiedene Funkkommunikationsnetze in einem Bereich zusammentreffen. Beispiele für diese Netzwerke sind IEC 62591 [6]¹⁾ (WirelessHART®²⁾), IEC 62601 [7] (WIA-PA) und IEC 62734 [9] (ISA100.11a), die alle entsprechend IEEE 802.15.4 arbeiten und für Prozessanwendungen eingesetzt werden. Andere Beispiele für Funkkommunikationsnetzwerke sind spezifizierte Kommunikationsprofile nach IEC 61784-1 [3] und IEC 61784-2 [4] für Fertigungsautomatisierungsanwendungen, die entsprechend IEEE 802.11 [15] und IEEE 802.15.1 [16] arbeiten. Im Gegensatz zu drahtgebundenen Feldbussen können sich Funkkommunikationsnetze innerhalb derselben Gebäude oder in derselben Umgebung gegenseitig stören. Aus diesem Grund kann das Betreiben mehrerer Funkkommunikationsnetze in derselben Einrichtung oder Umgebung ohne eine vorhersehbare Gewissheit von Koexistenz problematisch sein, insbesondere, weil nicht sichergestellt werden kann, dass Anforderungen an Zeitkritikalität, Safety und Security im Betrieb erfüllt werden, wenn keine Gewissheit über die Koexistenz mehrerer Funkkommunikationsnetze besteht.

Teil 2 der Norm DIN EN 62657 beschäftigt sich mit dem Koexistenzmanagement, um die Koexistenz mit Gewissheit vorhersagen zu können.

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

²⁾ WirelessHART ist das eingetragene Warenzeichen der HART Communication Foundation. Der Leser sei darauf hingewiesen, dass diese Information keine Empfehlung für das bezeichnete Produkt durch die IEC ist. Wenn sie zu den gleichen Ergebnissen führen, dürfen gleichwertige Produkte angewendet werden.

Die Normenreihe DIN EN 62657 besteht aus zwei Teilen:

- Teil 1: Anforderungen an die Funkkommunikation und Betrachtungen des Spektrums
- Teil 2: Koexistenzmanagement

IEC/TS 62657-1 [8] enthält allgemeine Anforderungen der industriellen Automation und Betrachtungen zum Funkspektrum, die die Grundlage für industrielle Kommunikationslösungen bilden. Der zweite Teil der DIN EN 62657 spezifiziert das Koexistenzmanagement, das dazu dient, die Koexistenz vorhersagbar sicherstellen zu können. Es ist beabsichtigt, eine Harmonisierung auf künftige Anpassungen der internationalen, nationalen und lokalen Vorschriften zu erleichtern.

Teil 2 der Norm DIN EN 62657 stellt Koexistenzmanagementkonzept und -prozess bereit. Basierend auf dem Koexistenzmanagementprozess kann eine vorhersehbare Gewissheit der Koexistenz für ein gegebenes Spektrum mit bestimmten Anwendungsanforderungen erreicht werden.

Teil 2 der Norm DIN EN 62657 und deren mit diesem Dokument vorliegende deutsche Übersetzung bietet den Nutzern von Funkkommunikationsnetzen einen Leitfaden für die Auswahl und die richtige Anwendung der Funkkommunikationsnetze. Sie 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 Funkkommunikationsnetzen ermöglichen.

Teil 2 der Norm DIN EN 62657 beruht auf Analysen einer Anzahl internationaler Normen, die auf spezifische Technologien ausgerichtet sind. Das Ziel der vorliegenden Norm ist nicht die Einführung neuer Parameter, sondern die Nutzung bereits definierter Parameter unabhängig von einer Technologie.

1 Anwendungsbereich

Teil 2 der Norm DIN EN 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;
- stellt Leitfäden, Anforderungen und bewährte Methoden für die Verfügbarkeit und Leistung der Funkkommunikation in einer industriellen Automatisierungsanlage zur Verfügung. Dabei wird die Koexistenz der Funkkommunikation über den gesamten Lebenszyklus abgedeckt;
- unterstützt die Arbeit aller involvierten Personen mit relevanten Verantwortlichkeiten, damit diese mit den kritischen Aspekten in jeder Phase des Lebenszyklus des Koexistenzmanagements der Funkkommunikation in einer Automatisierungsanlage zurechtkommen 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/Werkzeuggestützte-Organisation sowie die dynamische Selbstorganisation eines Netzwerks.

Dieser Teil 2 der DIN EN 62657 wird einen wesentlichen Beitrag zu nationalen und regionalen Regulierungen leisten. Er befreit Geräte nicht von der Einhaltung der Konformität zu allen Anforderungen nationaler und regionaler Regulierungen.

2 Normative Verweisungen

Keine.

3 Begriffe, Abkürzungen und Vereinbarungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Nachbarkanalstörung

(en: **adjanced channel interference**)

Störung, die auftritt, wenn zwei oder mehr Funkanwendungen benachbarte Frequenzkanäle benutzen

3.1.2

Nachbarkanaltrennschärfe

(en: **adjanced channel selectivity**)

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

3.1.3

Antenne

(en: antenna)

Konstruktion oder Einrichtung zum Empfangen oder Ausstrahlen elektromagnetischer Wellen

3.1.4

Antennengewinn

(en: antenna gain)

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] [19]

3.1.5

Strahlungscharakteristik einer Antenne

(en: antenna radiation pattern)

Veränderung der Feldstärke einer Antenne als Winkelfunktion bezogen auf die Achse

3.1.6

Automatisierungsanwendung

(en: automation application)

Anwendung der Mess- und Automatisierungssteuerung in den Bereichen der industriellen Automation

3.1.7

Datenlänge der Automatisierungsanwendung

(en: automation application data length)

Anzahl der Oktetts, die an der Kommunikationsschnittstelle ausgetauscht werden

3.1.8

Bandbreite

(en: bandwidth)

Differenz zwischen der oberen und der unteren Grenzfrequenz

3.1.9

Mittenfrequenz

(en: centre frequency)

geometrisches Mittel der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz eines Frequenzkanals

3.1.10

Mediumsnutzung

(en: channel occupation)

Zeit, in der 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.

3.1.11

Gleichkanal

(en: co-channel)

bezieht sich auf die Aussendungen und Übertragungen im gleichen Frequenzkanal

[QUELLE: IEC 60050-713:1998, 713-06-23, modifiziert] [1]

3.1.12

Koexistenz

(en: **coexistence**)

Koexistenz der Funkkommunikation

(en: wireless communication coexistence)

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition ist einheitlich mit der Definition der Koexistenz in IEEE 802.15.2-2003 [17].

3.1.13

Bewertung der Koexistenz

(en: **coexistence assessment**)

Durchführung einer Untersuchung mit dem Ziel einer Beurteilung von Produkten und von deren Installation auf der Basis eines Eignungsnachweises, um Koexistenz herzustellen

[QUELLE: abgeleitet aus IEC 62278:2002, 3.2] [5]

3.1.14

Koexistenzmanagement

(en: **coexistence management**)

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

3.1.15

Planung der Koexistenz

(en: **coexistence planning**)

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

3.1.16

Kommunikationsschnittstelle

(en: **communication interface**)

offene Schnittstelle zwischen einer Automatisierungsanwendung und der Funkkomponente

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt keine einheitlich definierte Schnittstelle für die Mess- und Automatisierungstechnik. Es kann sich um eine serielle oder parallele Hardwareschnittstelle, um eine Feldbusschnittstelle, um eine Softwareschnittstelle oder um eine serielle, parallele, digitale und analoge Schnittstelle handeln.

3.1.17

Kommunikationslast

(en: **communication load**)

Anforderung der Automatisierungsanwendung, in einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Menge an Nutzdaten zu übertragen

3.1.18

Duty Cycle

(en: **duty cycle**)

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

3.1.19

Verweilzeit

(en: **dwell time**)

Dauer mit der ein Frequenzsprungsystem eine bestimmte Frequenz belegt, bevor es zur nächsten Frequenz wechselt

3.1.20

effektive Strahlungsleistung

(en: **effective radiated power;ERP**)

Produkt aus der in eine Antenne eingespeisten Leistung und dem Antennengewinn

3.1.21

Frequenzband

(en: frequency band)

Bereich im Frequenzspektrum, der durch Regulierungsbehörden bestimmten Anwendungen zur Nutzung zugewiesen ist

3.1.22

Frequenzkanal

(en: frequency channel)

Teil eines Frequenzbands, der nach einer Spezifikation (Norm oder Gerätespezifikation) von einem Funkkommunikationssystem genutzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die koordinierte Verwendung unterschiedlicher Frequenzkanäle ist eine der Maßnahmen zur Herstellung von Koexistenz.

3.1.23

Störfestigkeit

(en: immunity)

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 durch Störungen erweitert wird.

3.1.24

Intermodulationsempfindlichkeit

(en: intermodulation sensitivity)

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

3.1.25

Jitter

(en: jitter)

erwartetes Auftreten einer Zeitabweichung

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

3.1.26

untere Grenzfrequenz

(en: lower cut-off-frequency)

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

3.1.27

adaptive Verfahren

(en: mechanisms for adaptivity)

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

3.1.28

Kennzahlen

(en: metrics)

Menge quantitativer Indikatoren entsprechend der ausgewählten Merkmale einer Kommunikationseinrichtung, eines Betriebsmittels oder eines Funkkommunikationssystems

3.1.29

Anlage

(en: **plant**)

bezieht sich auf die betrachtete Einrichtung einschließlich ihres physikalischen Betriebsbereichs, Personals, der Betriebsmittel und aller weiteren Bestandteile

3.1.30

spektrale Leistungsdichte

(en: **power spectral density**)

Signalleistung je festgelegter Bandbreite

3.1.31

Frequenzkanal

(en: **radio channel**)

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

3.1.32

(Funk-)Ressource

(en: **(radio-) resource**)

von mehreren Funkkommunikationslösungen zum Zwecke der Funksignalübertragung benutzte Ressource

3.1.33

Widerstandsfähigkeit der Funkübertragung

(en: **radio robustness**)

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition stimmt mit der Definition der Koexistenz in IEEE 802.15.2-2003, 3.1.2 überein [17].

3.1.34

Empfängerübersteuerung

(en: **receiver blocking**)

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

3.1.35

höchster Eingangspegel des Empfängers

(en: **receiver maximum input level**)

höchste Signalleistung, die das System ohne Signalverzerrung verwerten kann

3.1.36

Empfängerempfindlichkeit

(en: **receiver sensitivity**)

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

3.1.37

Widerstandsfähigkeit

(en: **robustness**)

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(s) verbunden sind.

3.1.38

gemeinsam genutztes Medium

(en: shared medium)

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

Anmerkung 1 zum Begriff: In den ISM-Bändern (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 Funkanwendungen benutzt.

3.1.39

Nebenempfang

(en: spurious response)

unerwünschte Signale am Empfänger Ausgang

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

3.1.40

gesamte Strahlungsleistung

(en: total radiated power)

räumliche Leistungsdichte integriert über der Oberfläche des Einflussbereichs

3.1.41

Übertragungslücke

(en: transmission gap)

Lücke zwischen zwei von einem Sender nacheinander genutzten Kanälen

3.1.42

Sendezeitabstand

(en: transmission interval)

Zeitdifferenz zwischen aufeinanderfolgenden Übertragungen von Nutzdaten von der Automatisierungsanwendung über die Kommunikationsschnittstelle zum Kommunikationsmodul

3.1.43

Dauer der Sendesequenz

(en: transmission sequence duration)

Dauer, für die ein Sender das Spektrum zur Datenübertragung mit einer spezifischen Sequenz nutzt

3.1.44

Spektralmaske des Senders

(en: transmitter spectral mask)

höchster Grenzwert der spektralen Leistungsdichte über einem Frequenzbereich

3.1.45

obere Grenzfrequenz

(en: upper cut-off frequency)

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

3.1.46

Funkanwendung

(en: wireless application)

jede Verwendung elektromagnetischer Wellen von Geräten oder Betriebsmitteln zur Erzeugung und Nutzung von Hochfrequenzenergie

3.1.47

Funkkommunikation

(en: wireless communication)

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

3.1.48

Funkkommunikationsnetzwerk

(en: **wireless communication network**)

Funkkommunikationslösung, die aus mindestens zwei Funkgeräten besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: „Funknetzwerk“ wird in Bildern als eine Abkürzung für „Funkkommunikationsnetzwerk“ verwendet.

3.1.49

Funkkommunikationslösung

(en: **wireless communication solution**)

bestimmte Implementierung oder Instanz eines Funkkommunikationssystems

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Funkkommunikationslösung darf aus Produkten eines oder mehrerer Hersteller bestehen.

3.1.50

Funkkommunikationssystem

(en: **wireless communication system**)

Menge zusammenhängender Elemente, die eine Funkkommunikation ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Funkkommunikationssystem ist die Abbildung eines Systems auf einer hohen Ebene, während eine Funkkommunikationslösung einen praktischen Fall eines Systems darstellt. Ein Funkkommunikationssystem kann ein oder mehrere Funkkommunikationsnetze beinhalten. „Funksystem“ wird in den Bildern als eine Abkürzung für Funkkommunikationssystem verwendet.

3.2 Abkürzungen

AFH	Adaptive Frequency Hopping adaptives Frequenzsprungverfahren
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben; a wireless communication system for use by public authorities and organizations with safety functions
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations Europäische Konferenz der Verwaltungen für Post und Telekommunikation
CP	Communication Profile Kommunikationsprofil nach IEC 61784-2 [4]
CSMA	Carrier Sense Multiple Access Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung
DAA	Detect and Avoid Feststellung und Vermeidung bereits benutzter Frequenzen
DAR	Detect and Reduce Feststellung und Minderung von Störungen
DAS	Detect and Suppress Feststellung und Unterdrückung von Störungen
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
ECO	European Communications Office des CEPT
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power äquivalente isotrope Strahlungsleistung
EMV	elektromagnetische Verträglichkeit Electro-Magnetic Compatibility
ERP	Effective Radiated Power effektive Strahlungsleistung
GSM	Global System for Mobile Communications

IP	Internet protocol Internetprotokoll
ISM	Industrial, Scientific and Medical industriell, wissenschaftlich und medizinisch
IT	Information Technology Informationstechnik
ITU	International Telecommunication Union
LAN	Local area network lokales Netz
LOS	Line of Sight Sichtverbindung
MAC	Medium Access Control Medienzugriffssteuerung
NLOS	None Line of Sight ohne Sichtverbindung
N/A	nicht anwendbar
OLOS	Obstructed Line of Sight blockierte Sichtverbindung
PCB	Printed Circuit Board Leiterplatte
PHY	Physical Layer
PLR	Packet Loss Rate Paketverlustrate
PSD	Power Spectral Density spektrale Leistungsdichte
RFID	Radio Frequency Identification
SIR	Signal-to-interference ratio Signal-Störabstand
TDMA	Time Division Multiple Access Mehrfachzugriffsverfahren auf Zeitmultiplexbasis
TRP	Total Radiated Power gesamte Strahlungsleistung
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
WD	Wireless device Funkgerät
WIA-PA	Wireless network for Industrial Automation – Process Automation Funknetzwerk für die industrielle Automatisierung – Prozessautomatisierung
WLAN	Wireless Local Area Network lokales Funknetz
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie in Deutschland

3.3 Vereinbarungen

ANMERKUNG Die grafische Darstellung der Ablaufschemen in den Bildern basieren auf ISO 5807 [10].

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

- In der Spalte „Parameter“ sind bestimmte Parameter durch Einrückungen gruppiert. Die nach rechts eingerückten Parameter gehören zu dem weiter links stehenden Parameter darüber.
- Die Spalte „Anwendung“ legt fest, ob der Parameter verbindlich, optional oder eine Auswahl eines Parameters aus mehreren Parametern ist.
- Das Element „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 Automatisierungstechnik

4.1 Überblick

4.1.1 Allgemeines

Funkkommunikation in der industriellen Automatisierung trägt dazu bei, Produktionsprozesse kostengünstiger, flexibler und zuverlässiger zu gestalten, und ermöglicht die Umsetzung neuer Automatisierungskonzepte. Automatisierungsanwendungen stellen in der Regel höhere Anforderungen an Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit der Funkkommunikation als Anwendungen aus dem Heim- und Bürobereich.

Aufgrund dieser Anforderungen werden verschiedene Funkkommunikationssysteme eingesetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass an einem Ort mehrere Funkkommunikationssysteme gleichzeitig betrieben werden. Da diese Funkkommunikationssysteme ein gemeinsames Medium nutzen, ist im Lauf des Lebenszyklus mit einer gegenseitigen Beeinflussung der Systeme zu rechnen. Diese wirkt sich auf die Zuverlässigkeit und die Echtzeitfähigkeit aus. Dieser Teil der DIN EN 62657 soll helfen, die möglichen Risiken aufzudecken und abhängig von den Anforderungen der Automatisierungsanwendung Maßnahmen zu deren Beherrschung empfehlen.

Dieser Teil der DIN EN 62657 wendet sich an Planer und Verantwortliche für Fertigungs- und Prozessanlagen, an Systemintegratoren und Maschinenbauer, die Funkkommunikationssysteme in Maschinen und Anlagen einbauen und in Betrieb setzen müssen, sowie an Hersteller industrieller Funkkommunikationslösungen. Sie ist insbesondere auch dafür gedacht, die Kommunikation zwischen Automatisierungstechnikern und Funktechnikern anzuregen.

Dieser Teil der DIN EN 62657 verdeutlicht auch, dass in den meisten Fällen die Koexistenz mehrerer Funkkommunikationssysteme und gleichzeitig ein effizienter Umgang mit dem Frequenzspektrum als endliche Ressource möglich ist, wenn ein bestimmtes Vorgehen ausgewählt ist, unter Beachtung der jeweiligen Anforderungen. Um das zu erreichen, ist ein Prozess erforderlich, in dem alle Aspekte der Koexistenz von Funkkommunikationssystemen während der Entwicklung, Inbetriebnahme und im Betrieb sowie bei der Instandhaltung berücksichtigt werden. Dieser Prozess ist Gegenstand dieses Teils der DIN EN 62657 und wird als Koexistenzmanagement von Funkkommunikationslösungen 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 Anwendung ab, die von jeder Funkkommunikationslösung angeboten wird (beispielsweise Regelung mit strikten Echtzeitanforderungen) sowie der Anzahl und des Ortes der verschiedenen Funkkommunikationslösungen (ist Störpotenzial vorhanden?). Werden an das Funkkommunikationssystem keine oder nur geringe Anforderungen gestellt, so ist für die Koexistenz von Funkkommunikationslösungen ein geringerer Aufwand erforderlich als für ein Funkkommunikationssystem, das z. B. Teil einer Steuerungsanwendung mit hohen Echtzeitanforderungen ist. Es wird jedoch dringend empfohlen, in Betracht zu ziehen, dass später zusätzliche Funkkommunikationssysteme zum Einsatz kommen können oder dass sich die Anforderungen an das bestehende Funkkommunikationssystem in Zukunft ändern können (z. B. durch zusätzliche Anwendungen). Die Gestaltung der Fabrikanlage muss sicherstellen, dass die angewandten Koexistenzmaßnahmen den Anforderungen an das Funkkommunikationssystem entspricht.

Der Zustand, in dem Koexistenz besteht, ist dadurch bestimmt, dass Grenzwerte relevanter Parameter für alle im betrachteten Bereich vorhandenen Funkanwendungen 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 Funkkommunikationslösung 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 Koexistenzmanagement kontextabhängig, mit voller Übereinstimmung der Automatisierungsanwendung, bewertet und sichergestellt werden muss. Wenn die Ursache für die Verletzung der Grenzwerte vorschriftsmäßig genutzter Funksysteme außerhalb der Verantwortung und des Zugriffs des Koexistenzmanagers liegt, dann muss der Koexistenzmanager umgehend Maßnahmen einleiten, damit diese Funkgeräte nicht von den industriellen Funkkommunikationslösungen gestört werden.

BEISPIEL:

Um die Verträglichkeit industrieller Funkkommunikationslösungen mit Broadband Fixed Wireless Access (BFWA) im Band von 5 725 MHz bis 5 875 MHz in Europa erreichen zu können (Ein BFWA Link kann innerhalb eines Radius zwischen 3 km und 10 km um die industrielle Funkkommunikationslösung betroffen sein.), könnte eine Sensorantenne eine effiziente Möglichkeit sein. Installiert auf dem Dach der Industrieanlage kann das BFWA-Signal erfasst und sofort reagiert werden, indem die Nutzung dieses Bandes über den normalen Energiepegel hinaus beendet wird. Eine solche Antenne hätte den Vorteil einer besseren Ausbreitungsbedingung zum Opfersystem und die Möglichkeit, einen höheren Antennengewinn für den Sensorzweck zu wählen.

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

Es gibt drei mögliche Organisationsebenen zur Schaffung von Koexistenz, wobei die niedrigste Ebene die am wenigsten effiziente Ebene ist:

- manuelles Koexistenzmanagement (niedrigste Ebene);
- automatisiertes, nicht-kooperatives, auf Kennzahlen basierendes Koexistenzmanagement;
- automatisiertes, kooperatives, auf Kennzahlen basierendes Koexistenzmanagement (höchste Ebene).

Automatische und unbeaufsichtigte Techniken sowie die Algorithmen, auf die sie sich stützen, werden in der Regel in zwei Kategorien eingeteilt: kooperative und nicht-kooperative.

4.1.2 Manuelles Koexistenzmanagement

Beim manuellen Koexistenzmanagement muss der Koexistenzmanager (siehe 7.2.1) eine feststehende Planung der Funkkommunikationslösungen mit dem Ziel definieren, die Überlagerung von Übertragungen zu verhindern. Der Manager muss manuelle Maßnahmen umsetzen, um auf Änderungen reagieren zu können, die den Zustand der Funkkoexistenz verändern. Das ist die einfachste Organisationsform, insbesondere, wenn mehrere Funklösungen unterschiedlicher Technologien und von mehreren Anbietern beteiligt oder mehrere Frequenzbänder zu handhaben sind.

Allerdings sind die Möglichkeiten des manuellen Koexistenzmanagements begrenzt, wenn bestimmte Parameter des Koexistenzmanagements nicht konfiguriert werden können.

4.1.3 Automatisiertes nicht-kooperatives Kennzahl-basiertes Koexistenzmanagement

Beim automatisierten nicht-kooperativen Koexistenzmanagement können die verschiedenen Funkkommunikationslösungen keine Informationen austauschen. Sie sind vollkommen unabhängig voneinander und stützen sich nur auf Störerkennung und -beurteilung. Mit anderen Worten stuft jede gestörte Funkkommunikationslösung das Verhalten des störenden Systems ein und versucht infolgedessen, ihr eigenes Verhalten an die neu eingeschätzte Situation anzupassen. Deshalb sind nicht-kooperative Techniken allgemeiner, aber nicht so effizient wie kooperative Verfahren. Als Beispiel sei genannt, dass nicht-kooperativen Algorithmen die Kommunikationsstrategien (z. B. das Frequenzband, das Zeitschlitz-/Paket-Scheduling usw.) als Funktion bestimmter Kennzahlen dynamisch modifizieren, die feststellen können, ob die Kommunikationsleistung ausreichend ist.

ANMERKUNG Einige dieser Kennzahlen sind in IEEE 802.15.2 [17] beschrieben.

4.1.4 Automatisiertes kooperatives Kennzahl-basiertes Koexistenzmanagement

Beim automatisierten kooperativen Koexistenzmanagement können die verschiedenen Funkkommunikationslösungen Informationen austauschen.

Die Voraussetzung für ein kooperatives Koexistenzmanagement von Funkkommunikationssystemen, die unterschiedlichen Technologien von mehreren Anbietern nutzen, ist das Vorhandensein einer gemeinsamen genormten Kommunikationsverbindung zwischen diesen Lösungen.

Ein automatisiertes kooperatives Koexistenzmanagement kann zu bestimmten Einschränkungen bei der eingesetzten Hardware führen, da beispielsweise kooperative Methoden in der Regel mittels eines zentralen Arbeiters/Schedulers umgesetzt werden. Die ausgetauschten Informationen erlauben jeder gestörten Funkkommunikationslösung, ihr eigenes Verhalten unter Berücksichtigung der Anforderungen ihrer eigenen Anwendung und der Anwendungen der anderen Funkkommunikationssysteme wirksam an die tatsächliche neue Situation anzupassen. Diese dynamischen Modifikationen können den Determinismus oder die Zuverlässigkeit der Kommunikation beeinflussen und daher für verschiedene Automatisierungsanwendungen ungeeignet sein.

4.2 Zweck

Dieser Teil der DIN EN 62657 ist eine Anleitung für Hersteller von Funkautomatisierungsgeräten, wie die Anforderungen der anwendbaren regionalen und lokalen Regulierungen zu erfüllen sind.

Dieser Teil der DIN EN 62657 fokussiert sich auf Maßnahmen zur Herstellung der Koexistenz von Funkkommunikationssystemen für Mess- und Automatisierungsanwendungen. Diese Anwendungen können auf verschiedene Weise klassifiziert werden. Beispielsweise sind sie in Tabelle 1 entsprechend dem Grad der Kritikalität der Anwendung klassifiziert. Der Aufwand für das Koexistenzmanagement kann sich nach der in Tabelle 1 beschriebenen Klassifizierung ändern.

Tabelle 1 – 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 der Koexistenzmanager muss eingesetzt werden, um alle Anforderungen dieses Teils der DIN EN 62657 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. Der Koexistenzmanager muss eingesetzt werden, um die meisten Anforderungen dieses Teils der DIN EN 62657 zu erfüllen.
Überwachung	Prozessvisualisierung und -alarmierung	Für das Kommunikationsprotokoll sind keine spezifischen Erweiterungen erforderlich. Typische Überwachungsanwendungen können durch einen Satz entspannter Anforderungen zufriedengestellt werden. Der Koexistenzmanager muss eingesetzt werden, um diese Minimalanforderung zu erfüllen.
ANMERKUNG Die jeweiligen Begriffe „meisten“ und „Minimal-“ basieren auf der grafischen Beschreibung in Bild 3.		

Die Klassifizierung der Automatisierungsanwendung in Tabelle 1 bezieht sich auf die funktionalen Anforderungen der Prozessindustrie.

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

ANMERKUNG 1 Kommunikationsanforderungen der Anwendung sind in IEC/TS 62657-1 [8] beschrieben.

Weitere Anwendungen von Funk-Strichcode-Lesern bis Voice- und Video-over-IP-Anwendungen können ähnlich klassifiziert und entsprechend dieses Teils der DIN EN 62657 behandelt werden.

Die Anwendbarkeit dieses Teils der DIN EN 62657 beschränkt sich nicht auf ein spezielles Frequenzband, beispielsweise das 2,4-GHz-ISM-Band. Als Störeinflüsse werden sowohl konkurrierende Kommunikationssysteme als auch andere zugelassene Frequenznutzer, wie z. B. Mikrowellensysteme zum Trocknen oder zum Kunststoffschweißen, in Betracht gezogen. Darüber hinaus können weitere Störungen durch starke niederfrequente elektromagnetische Felder (z. B. durch Transformatoren, leistungsstarke Motoren oder andere EMV-Einflüsse, siehe Bild 1) auftreten. Zu berücksichtigende Störquellen werden im Einzelnen in 4.4 behandelt.

ANMERKUNG 2 Die Analyse der EMV gehört nicht zum Anwendungsbereich dieses Teils der DIN EN 62657, sie wurde aber berücksichtigt.

Dieser Teil der DIN EN 62657 bezieht sich auf das Koexistenzmanagement am Standort eines Unternehmens, dennoch muss der Koexistenzmanager den Umstand beachten, dass Störungen auch von außerhalb der Fabrikanlage kommen können. Der Koexistenzmanager muss potenzielle externe Funkfrequenzquellen identifizieren und charakterisieren sowie die Entfernung vom Unternehmen bestimmen. Regularien sollten eingerichtet werden, um sicherzustellen, dass unbefugte oder nichtdeklarierte mobilen Quellen im Unternehmen nicht erlaubt sind.

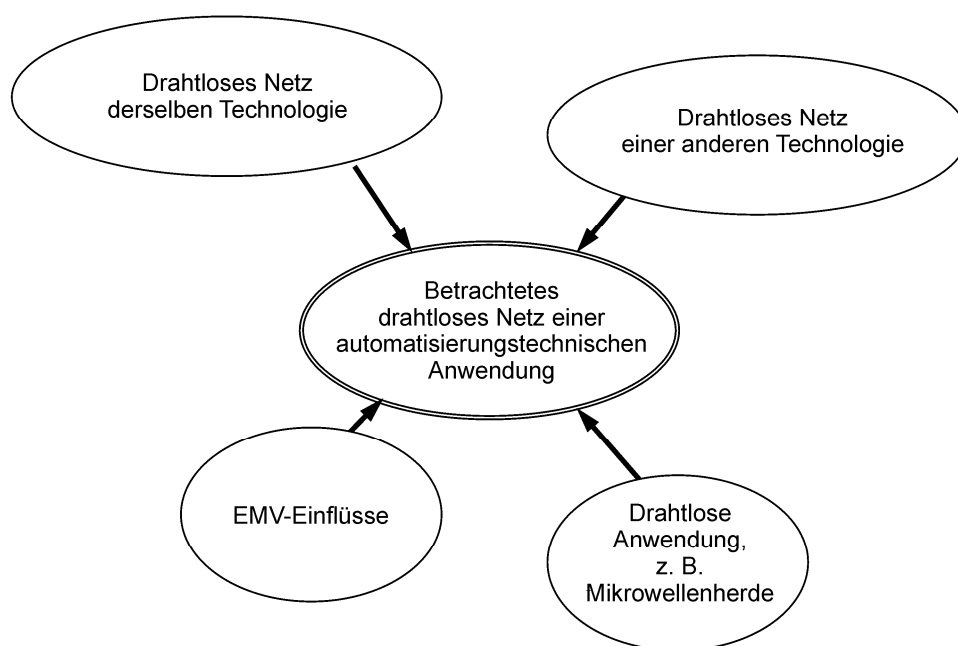


Bild 1 – Betrachtungsraum

Es wird vorausgesetzt, dass ein Funkkommunikationssystem ohne Störeinflüsse von anderen Funkkommunikationssystemen den Anforderungen der Automatisierungsanwendung prinzipiell entspricht und insbesondere die Grenzwerte für das Zeit- und Fehlverhalten durch Planung der Kommunikationsanforderungen eingehalten werden.

Die hier beschriebenen Maßnahmen sollen sicherstellen, dass das geforderte Verhalten auch bei Vorhandensein anderer Funkanwendungen gewährleistet bleibt.

4.3 Notwendigkeit der Einführung eines Koexistenzmanagements

Die von den Regulierungsbehörden freigehaltenen Frequenzbänder sind eine wertvolle endliche Ressource, die bei einer unkontrollierten Nutzung sehr schnell erschöpft wird.

Bild 2 zeigt ein Beispiel von Funkanwendungen, die in industrieller Umgebung anzutreffen sind. Es besteht eine hohe Störgefahr, durch die unter bestimmten Umständen die erwarteten Verfügbarkeits- und Leistungsanforderungen nicht eingehalten werden können. Um dies zu vermeiden bzw. um die Gefahr von Störungen zu verringern, muss ein für alle Beteiligten verbindlicher, unternehmensweiter Prozess zur Verwaltung von Funkanwendungen entsprechend diesem Teil der DIN EN 62657 eingeführt werden.

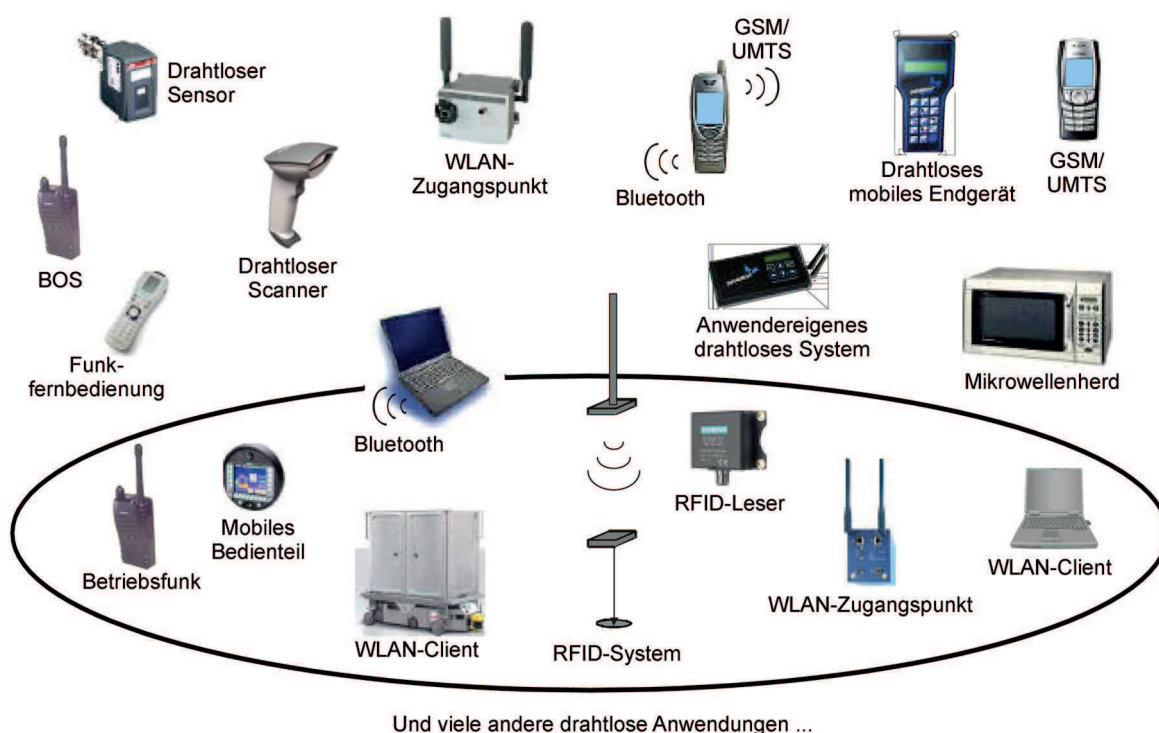


Bild 2 – Beispiele für Funkanwendungen im industriellen Umfeld

Das Koexistenzmanagement ist ein unternehmensinterner Prozess, der an die Struktur und die internen Prozesse des Unternehmens angepasst werden sollte. Die Struktur und die Prozesse in jedem einzelnen Unternehmen können sehr unterschiedlich gestaltet sein.

Darüber hinaus kann bei der Definition des Prozesses oder seiner Teilschritte der Schwerpunkt je nach betroffenen Anwendergruppen unterschiedlich definiert werden:

- Funkanwendungen mit hohem Datendurchsatz, aber geringen Echtzeitanforderungen: Das Koexistenzmanagement konzentriert sich auf die Bereitstellung einer ausreichend großen Bandbreite,
- Funkanwendungen ohne besondere Anforderungen an Leistung und Echtzeit: Das Koexistenzmanagement hat hier das Ziel, die flächenmäßige Abdeckung sicherzustellen,
- Funkanwendungen mit strengen Echtzeitanforderungen: Das Koexistenzmanagement muss sicherstellen, dass keine Funktionsprobleme durch den Einfluss anderer Funkanwendungen entstehen (Anwendungsklassen „Funktionale Sicherheit“ oder „Steuerung und Regelung“).

Zusätzlich werden folgende grundlegende Maßnahmen zur Einführung eines Koexistenzmanagements empfohlen:

- Ernennung eines unternehmensweiten Koexistenzmanagers;
- Ernennung eines Koexistenzmanagers für den bestimmten Standort, wenn das Unternehmen aus mehreren Standorten besteht;