

DIN EN 62657-4

ICS 25.040.40; 35.110

Einsprüche bis 2018-05-09

Entwurf

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Funk-Kommunikationsnetze –
Teil 4: Koexistenzmanagement mit zentraler Koordinierung von
Funkanwendungen
(IEC 65C/904/CD:2017);
Text Deutsch und Englisch**

Industrial communication networks –
Wireless communication networks –
Part 4: Coexistence management with central coordination of wireless applications
(IEC 65C/904/CD:2017);
Text in German and English

Réseaux de communication industriels –
Réseaux de communication sans fil –
Partie 4: Gestion de coexistence avec coordination centralisée des applications sans fil
(IEC 65C/904/CD:2017);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-03-09 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 153 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Abkürzungen und Akronyme.....	7
3.1 Begriffe von IEC 62657-2	8
3.2 Zusätzliche Begriffe	9
3.3 Abkürzungen und Akronyme	10
4 Betrachtungsgebiet.....	11
4.1 Konzeptionelles Koexistenzmodell.....	11
4.2 Untersuchung des Koexistenzstatus	12
4.3 Implementierung von Funkressourcen und ihre Nutzung	14
4.4 Koexistenzmanagement-Ausrüstung	15
5 Architektur eines drahtlosen Koexistenzmanagementsystems.....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Systemelemente.....	17
5.2.1 Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen.....	17
5.2.2 Zentraler Koordinierungspunkt.....	19
5.2.3 Koordinierungsdatenbank	20
5.2.4 Spektrumserkennungssystem	21
5.3 Referenzarchitektur	22
5.3.1 Allgemeines	22
5.3.2 Datenebene	22
5.3.3 Management- und Steuerungsebene.....	23
5.4 System der Funkkommunikationsanwendungen	24
5.4.1 CCP-Konzept für die gemeinsame Nutzung mit anderen primären Funksystemen	24
5.4.2 Schutz primärer Nutzer	24
5.4.3 CCP-Konzept für die systeminterne Koexistenz	25
5.5 Schnittstellen	26
5.5.1 CCP	26
5.5.2 CCP-verwaltete Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen	27
5.5.3 Datenbank	27
5.5.4 Spektrumserkennungssystem	27
6 Parameter für die Bewertung der Koexistenz	27
6.1 Allgemeines	27
6.2 Übertragungszeit	28
6.3 Aktualisierungszeit.....	28

	Seite
6.4 Antwortzeit.....	28
6.5 Nachrichtenverlustrate	29
7 Parameter für die Steuerung der Koexistenz.....	29
7.1 Allgemeines.....	29
7.2 Anwendungsparameter	29
7.2.1 Allgemeines.....	29
7.2.2 Kommunikationslast.....	30
7.2.3 Nutzdatenlänge	30
7.2.4 Initiierung der Datenübertragung	30
7.2.5 Sendezeitabstand	30
7.3 Funkparameter.....	30
7.3.1 Allgemeines.....	30
7.3.2 Frequenzband	31
7.3.3 Frequenzkanal	32
7.3.4 Ausgangsleistung des Senders	33
7.3.5 Kanalbelegungszeit.....	34
7.3.6 Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung	34
7.3.7 Adaptive Verfahren	34
8 Management- und Steuerdienste.....	35
8.1 Allgemeines.....	35
8.2 Management- und Steuerdienste.....	35
8.2.1 Dienste zur Verwaltung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung	35
8.2.2 Kommunikationssystem- und Gerätemanagementdienst.....	41
8.2.3 Dienste für Funksystem- und Funkgerätekonfiguration und Steuerung	51
8.2.4 MEDIENRESSOURCENBERICHTDIENSTE	62
8.2.5 Datenbankdienst	74
Anhang A (informativ) Beispiel für ein CCP-gesteuertes WIA-System und primäre Dienste/Anwendungen innerhalb des 5,8-GHz-Bandes	77
Literaturhinweis	79
Bilder	
Bild 1 – Konzeptionelles Koexistenzmodell für die Funkkommunikation nach IEC 62657-2	12
Bild 2 – Quellen zur Bestimmung von Parametern zur Berechnung des Koexistenzstatus	12
Bild 3 – Koexistenzstatus-Funktion	14
Bild 4 – Parameter der aktiven Einflussnahme und Steuerungsparameter zur Verwaltung der Koexistenz.....	14
Bild 5 – Überblick über einen CCP	17
Bild 6 – CCP-verwaltetes Funkgerät	18
Bild 7 – Protokollreferenzmodell eines CCP-verwalteten Funkgeräts	22
Bild 8 – CCP für systeminterne Koexistenz.....	26
Bild 9 – Übertragungszeit	28

	Seite
Bild 10 – Aktualisierungszeit.....	28
Bild 11 – Antwortzeit	29
Bild 12 – Primitivfluss von GetGeneralPlantCharacteristic.....	36
Bild 13 – Primitivfluss von SetGeneralPlantCharacteristic	38
Bild 14 – Primitivfluss von GetApplicationCommunicationRequirements.....	39
Bild 15 – Primitivfluss von SubscribeDevice.....	42
Bild 16 – Primitivfluss von UnsubscribeDevice.....	44
Bild 17 – Primitivfluss von SubscribeSystem.....	45
Bild 18 – Primitivfluss von UnsubscribeDevice.....	47
Bild 19 – Primitivfluss von GetDeviceAttributes.....	49
Bild 20 – Primitivfluss des Dienstes SetTransmitPower	52
Bild 21 – Primitivfluss des Dienstes SetFrequencyChannel.....	53
Bild 22 – Primitivfluss des Dienstes SetBandwidth	54
Bild 23 – Primitivfluss des Dienstes SetFrequencyHoppingSequence	56
Bild 24 – Primitivfluss des Dienstes SetBlackListedFrequencyRange	57
Bild 25 – Primitivfluss des Dienstes SetDwellTime	58
Bild 26 – Primitivfluss des Dienstes SetMediumAccessControlMechanism.....	60
Bild 27 – Primitivfluss des Dienstes SetDeviceStatus	61
Bild 28 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumResourceReport für CWCS	63
Bild 29 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumResourceReport für CWCD	63
Bild 30 – Primitivfluss des Dienstes SetMediumResourceReport für CWCS.....	65
Bild 31 – Primitivfluss des Dienstes SetMediumResourceReport für CWCD.....	66
Bild 32 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumResource für CWCS	68
Bild 33 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumResource für CWCD	68
Bild 34 – Primitivfluss des Dienstes SetMediumSensingReport für SSN.....	70
Bild 35 – Primitivfluss des Dienstes SetMediumSensingReport für SSF	70
Bild 36 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumSensingResults für SSN	72
Bild 37 – Primitivfluss des Dienstes GetMediumSensingResults für SSF.....	73
Bild 38 – Primitivfluss des Dienstes GetRadioRegulation	74
Bild A.1 – CCP-gesteuerte WIA-Systeme und primäre Dienste und Anwendungen.....	77
Bild A.2 – Überblick über primäre Dienste/Anwendungen.....	78
Tabellen	
Tabelle 1 – Liste der Parameter für die Bewertung der Koexistenz.....	27
Tabelle 2 – Liste der Anwendungsparameter für die Steuerung der Koexistenz	30
Tabelle 3 – Liste der Funkparameter zur Steuerung der Koexistenz.....	31
Tabelle 4 – Parameter des Dienstes GetGeneralPlantCharacteristic	36
Tabelle 5 – Parameter des Dienstes SetGeneralPlantCharacteristic.....	38
Tabelle 6 – Parameter des Dienstes GetApplicationCommunicationRequirements	40
Tabelle 7 – Parameter des Dienstes SubscribeDevice	42

	Seite
Tabelle 8 – Parameter des Dienstes UnSubscribeDevice	44
Tabelle 9 – Parameter des Dienstes SubscribeSystem	46
Tabelle 10 – Parameter des Dienstes UnSubscribeDevice	48
Tabelle 11 – Parameter des Dienstes GetDeviceAttribute	50
Tabelle 12 – Parameter des Dienstes SetTransmitPower	52
Tabelle 13 – Parameter des Dienstes SetFrequencyChannel	53
Tabelle 14 – Parameter des Dienstes SetBandwidth	55
Tabelle 15 – Parameter des Dienstes SetFrequencyHoppingSequence	56
Tabelle 16 – Parameter des Dienstes SetBlackListedFrequencyRange	57
Tabelle 17 – Parameter des Dienstes SetDwellTime	59
Tabelle 18 – Parameter des Dienstes SetMediumAccessControlMechanism	60
Tabelle 19 – Parameter des Dienstes SetDeviceStatus	61
Tabelle 20 – Parameter des Dienstes GetMediumResourceReport	64
Tabelle 21 – Parameter des Dienstes SetMediumResourceReport	66
Tabelle 22 – Parameter des Dienstes GetMediumResource	69
Tabelle 23 – Parameter des Dienstes SetMediumSensingReport	71
Tabelle 24 – Parameter des Dienstes GetMediumSensingResults	73
Tabelle 25 – Parameter des Dienstes GetRadioRegulation	74
Tabelle A.1 – Primäre Dienste und Anwendungen	78

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 65C/904/CD:2017 „Industrial communication networks – Wireless communication networks – Part 4: Coexistence management with central coordination of wireless applications“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65C „Industrial networks“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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.

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

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.

**Industrielle Kommunikationsnetze –
Funk-Kommunikationsnetze –
Teil 4: Koexistenzmanagement mit zentraler Koordinierung von
Funkanwendungen**

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Konzept und Methoden für die zentrale Koordinierung (CC) von Automatisierungsanwendungen mit Funkkommunikation fest und erweitert so das Koexistenzmanagement nach IEC 62657-2. Sie führt Systemelemente, Schnittstellen und Beziehungen für eine zentrale Koordinierung ein und beschreibt Funktionen, Daten und Datenaustausch zur Bewertung und Aufrechterhaltung des Koexistenzstatus.

Das vorliegende Dokument ist anwendbar für die Entwicklung, Umsetzung oder Anpassung von Verfahren oder Lösungen.

Das vorliegende Dokument beschreibt Anforderungen an automatisierte Koexistenzmanagementsysteme.

Das vorliegende Dokument beschreibt Anforderungen an:

- die Bestimmung des Koexistenzstatus;
- automatisierte Koexistenzmanagementverfahren;
- CC-Anpassungen für bestehende Funkkommunikationslösungen;
- CC-Funktionen zur Koordinierung zwischen alten und neuen Funkkommunikationssystemen.

Das vorliegende Dokument ist nicht auf einen bestimmten Funkfrequenzbereich oder eine bestimmte Funkkommunikationstechnologie beschränkt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

IEC 62657-2, *Industrial communication networks – wireless communication networks – Part 2: Coexistence management*

3 Begriffe, Abkürzungen und Akronyme

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC führen Terminologiedatenbanken für die Normung, die unter den folgenden Adressen abgerufen werden können:

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

3.1 Begriffe von IEC 62657-2

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe wie in IEC 62657-2 definiert:

- a) Antenne
- b) Antennengewinn
- c) Strahlungscharakteristik einer Antenne
- d) Datenlänge der Automatisierungsanwendung
- e) Automatisierungsanwendung
- f) Bandbreite
- g) Mittenfrequenz
- h) Mediennutzung
- i) Gleichkanal
- j) Koexistenz (Koexistenz der Funkkommunikation)
- k) Bewertung der Koexistenz
- l) Planung der Koexistenz
- m) Koexistenzmanagement
- n) Kommunikationslast
- o) Betriebszyklus
- p) Verweilzeit
- q) effektive Strahlungsleistung
- r) Frequenzband
- s) Frequenzkanal
- t) untere Grenzfrequenz
- u) adaptive Verfahren
- v) Anlage
- w) spektrale Leistungsdichte
- x) Funkkanal
- y) Empfängerempfindlichkeit
- z) Sendezeitabstand
- aa) Funkanwendung
- bb) Funkkommunikation
- cc) Funkkommunikationslösung
- dd) Funkkommunikationssystem
- ee) Funknetz
- ff) gesamte Strahlungsleistung
- gg) Übertragungslücke
- hh) Sendesequenz
- ii) obere Grenzfrequenz

3.2 Zusätzliche Begriffe

3.2.1

Zuweisung

Eintrag in der Frequenzzuweisungstabelle eines bestimmten Frequenzbandes zur Verwendung durch einen oder mehrere Funkdienste oder Einrichtungen für Radioastronomie unter festgelegten Bedingungen

3.2.2

Kommunikationsverbindung

Verbindung, die die Übertragung von Informationen zwischen zwei Endpunkten oder Endeinheiten ermöglicht

3.2.3

Datenbankdienst

nach den Regeln der lokalen regelsetzenden Behörde offiziell betriebener Dienst, der auf Grundlage von Abfragen zur Standortbestimmung von Wireless-Regional-Area-Network-(WRAN-)Geräten eine Liste mit verfügbaren Kanälen und eventuell die auf diesen Kanälen maximal zulässige Sendeleistung zur Verfügung stellt

3.2.4

Standortbestimmung

Vorgang der Erfassung der Standortdaten eines Geräts und Bestimmung seines Breiten- und Längengrads

3.2.5

schädliche Störungen

alle Aussendungen, Strahlungen oder Induktionen, welche den einwandfreien Betrieb eines Funknavigationssdienstes oder anderer Sicherheitsdienste gefährden oder einen Funkkommunikationsdienst, der in Übereinstimmung mit den Vorschriften der ITU und lokalen Behörden arbeitet, erheblich verschlechtern, behindern oder wiederholt unterbrechen

[QUELLE: Artikel 1 der Vollzugsordnung für den Funkdienst der ITU, #1.169 und FCC 47 CFR 15.3]

3.2.6

Erkennungsmodus

Betriebsart der Spektrumserkennungsfunktion, die die gültigen Ausgaben der Spektrumserkennungsfunktion bestimmt

3.2.7

Dienstfluss

legt die QoS-Parameter für die PDU fest, die in einer Verbindung ausgetauscht werden, und bietet einen Mechanismus für das QoS-Management in und gegen Bandlaufzeit

3.2.8

Dienstfluss-Identifikation

SFID

eindeutige Identifikation eines Dienstflusses, die sich auf die Art und Weise bezieht, wie Anwendungssitzungen/Pakete höherer Schichten ihren QoS- und Zeitsteuerungsanforderungen zugeordnet werden

3.2.9

Signaltypen-Array

STA

eindimensionales Array, das angibt, welche Signaltypen von der Spektrumserkennungsfunktion erkannt werden müssen

3.2.10

Sendestation

Datenstation, die von der Leitstation bestimmt wurde, den Datentransfer zu einer oder mehreren Empfangsstationen durchzuführen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu einem gegebenen Zeitpunkt kann es nur eine Sendestation in einem Datenübermittlungsabschnitt geben.

[QUELLE: IEV 721-19-12]

3.2.11**Empfangsstation**

Datenstation, die von einer Sendestation zum Empfang von Daten ausgewählt wurde

[QUELLE: IEV 721-19-13]

3.2.12**Datenendeinrichtung**

DEE

Funktionseinheit einer Datenstation, die als Datenquelle, Datensenke oder beides dient und die Steuerung des auszuführenden Datentransfers übernimmt

[QUELLE: IEV 721-12-03]

3.3 Abkürzungen und Akronyme

ACRM	Verwaltung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung (en: Application Communication Requirements Management)
AFH	adaptives Frequenzsprungverfahren (en: Adaptive Frequency Hopping)
AL	Anwendungsschicht (en: Application Layer)
CC	zentrale Koordinierung (en: Central Coordination)
CCP	zentraler Koordinierungspunkt (en: Central Coordination Point)
CONF	Bestätigung (en: Confirmation)
CS	Konvergenzteilschicht (en: Convergence Sublayer)
CSDMS	Kommunikationssystem- und Gerätemanagementsdienst (en: Communication System and Device Management Service)
C-SAP	Steuerungs-Dienstzugangspunkt (en: Control Service Access Point)
CWCD	CCP-gesteuerte Funkkommunikationsgeräte für Automatisierungsanwendungen (en: CCP controlled Wireless Communication Devices for Automation Application)
CWCS	CCP-gesteuertes Funkkommunikationssystem für Automatisierungsanwendungen (en: CCP controlled Wireless Communication System for automation application)
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)
EIRP	äquivalente isotrope Strahlungsleistung (en: Equivalent Isotropic Radiated Power)
ID	Identifikation
IEFT	Internet Engineering Task Force
IND	Ereignisbenachrichtigung (en: Event Notification)
IP	Internet Protocol
MAC	Medienzugriffssteuerung (en: Medium Access Control)
MLME	Managementinstanz für den Medienzugriff (en: Medium Access Management Entity)
MRR	Medienressourcenbericht (en: Medium Resource Report)
M-SAP	Management-Dienstzugangspunkt (en: Management Service Access Point)
PE	Richtlinienmaschine (en: Policy Engine)
PHY	Bitübertragungsschicht (en: Physical Layer)
PLME	Managementinstanz für die Bitübertragungsschicht (en: Physical Layer Management Entity)

PSD	spektrale Leistungsdichte (en: Power Spectral Density)
QoS	Dienstqualität (en: Quality of Service)
RF	Funkfrequenz (en: Radio Frequency)
REQ	Anforderung (en: Request)
RES	Antwort (en: Response) auf die Anforderungsnachricht
SAP	Dienstzugangspunkt (en: Service Access Point)
SDU	Dienstdateneinheiten (en: Service Data Units)
SFID	Dienstfluss-Identifikation (en: Service Flow Identifier)
SINR	Störabstand / Signal-Rausch-Abstand (en: Signal to Interference and Noise Ratio)
SSF	Spektrumserkennungsfunktion (en: Spectrum Sensing Function)
SSN	Spektrumserkennungsknoten (en: Spectrum Sensing Node)
SSS	Spektrumserkennungssystem (en: Spectrum Sensing System)
TRP	gesamte Strahlungsleistung (en: Total Radiated Power)
WIA	Funknetz für die industrielle Automatisierung (en: Wireless Industrial Automation)
QoS	Dienstqualität (en: Quality of Service)
RSSI	Empfangssignalstärke-Indikator (en: Received Signal Strength Indication)
WCS	Funkkommunikationssystem (en: Wireless Communication System)
WCD	Funkkommunikationsgerät (en: Wireless Communication Device)
WIA	Industrielle Funkanwendung (en: Wireless Industrial Application)
WSDCC	Funksystem- und Funkgerätekonfiguration und -steuerung (en: Wireless System and Device Configuration and Control)

4 Betrachtungsgebiet

4.1 Konzeptionelles Koexistenzmodell

In Bild 1 ist das in IEC 62657-2 beschriebene konzeptionelle Koexistenzmodell dargestellt. In diesem Beispiel werden drei Funkkommunikationsanwendungen – A, B und C – angenommen. Entsprechend der Definition der Koexistenz der Funkkommunikation müssen alle drei Funkkommunikationsanwendungen die an sie gestellten Kommunikationsanforderungen erfüllen. Ein Teil der Funkkommunikationsanwendung A ist ein ausgewähltes Funkkommunikationssystem (WCS) A. Dieses nutzt das Funkmedium für die Kommunikation und darf andere WCS stören, z. B. WCS B. WCS B kann die gleiche Funktechnologie oder eine andere Funktechnologie nutzen. Jedes WCS verfügt über eine gewisse Störfestigkeit. Daher führt nicht jede Störung zu Kommunikations- oder Anwendungsfehlern.

Für das Koexistenzmanagement ist die Untersuchung des Koexistenzstatus notwendig. Dies bedeutet, dass auf der Grundlage von Messwerten bewertet werden muss, ob alle vom Koexistenzmanagement abgedeckten Funkkommunikationsanwendungen die an sie gestellten Kommunikationsanforderungen erfüllen.

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme müssen die Anforderungen untersucht und dokumentiert werden. Die sich daraus ergebende Koexistenzplanung muss in einem Ressourcenzuweisungsplan angegeben werden. Dieser bildet die Grundlage für die Verteilung der Funkressourcen und deren Ausnutzung.

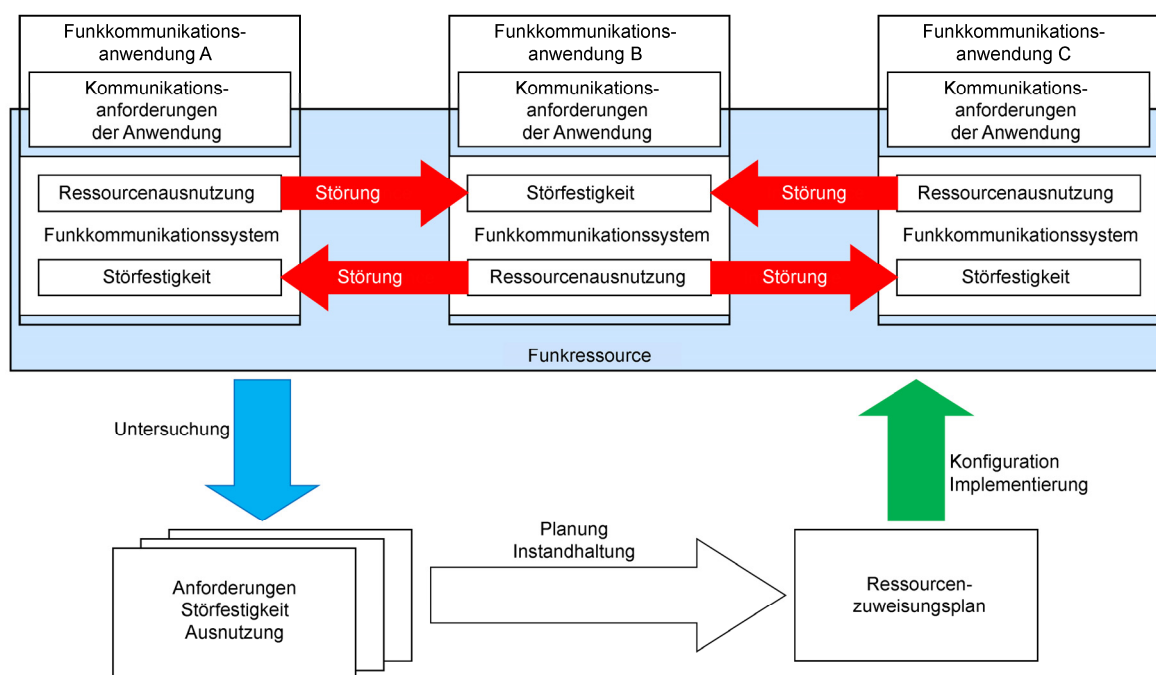


Bild 1 – Konzeptionelles Koexistenzmodell für die Funkkommunikation nach IEC 62657-2

4.2 Untersuchung des Koexistenzstatus

Eine wesentliche Aufgabe des Koexistenzmanagements ist die Berechnung und Bewertung des Koexistenzstatus. Entsprechend der Definition des Begriffs Koexistenz werden zusätzlich zu den Spektrumsparametern (z. B. Frequenzkanal oder spektrale Leistungsdichte) auch anwendungsbezogene Parameter (z. B. Übertragungszeit) für die Berechnung des Koexistenzstatus benötigt.

In Bild 2 ist dargestellt, wo die relevanten Parameter bestimmt werden können. Das Bild zeigt ein Szenario mit zwei WCS (A und B) mit einer logischen Verbindung pro WCS. Die Nachrichten einer verteilten Anwendung werden über das Quellgerät, die Senderantenne, den Funkkanal, die Empfängerantenne und das Zielgerät zum Ziel der verteilten Anwendung übertragen. Dabei können zwischen der Quellantenne eines WCS und den Antennen des anderen WCS Störungen auftreten. Diese Störungen werden von den Eigenschaften der Funkkanäle zwischen den jeweiligen Antennen beeinflusst.

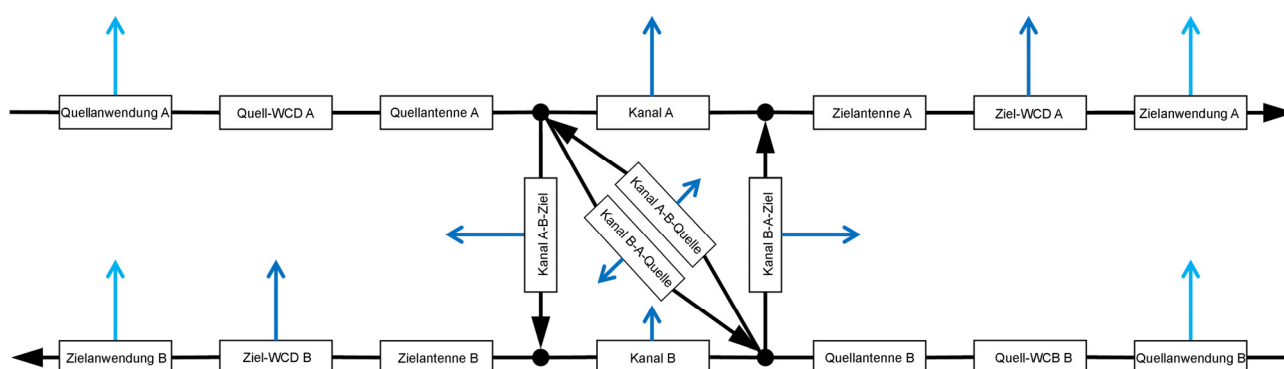


Bild 2 – Quellen zur Bestimmung von Parametern zur Berechnung des Koexistenzstatus

Die relevanten Parameter können bestimmt werden durch:

- Spektrumserkennungseinheiten (z. B. Frequenzkanal);
- Quellenanwendung (z. B. Anzahl der übertragenen Nachrichten);
- Ziel-Funkkommunikationsgerät (z. B. Anzahl der erfolgreich erhaltenen Nachrichten);
- Zielanwendung (z. B. Übertragungszeit).

Die für die Bestimmung und Bewertung der Koexistenz relevanten Parameter werden in Abschnitt 6 detailliert beschrieben. In [11] wird ein Ansatz zur holistischen Bewertung der Verlässlichkeit industrieller Kommunikation vorgestellt. Dieser Ansatz ist geeignet, um eine wie folgt festgelegte Koexistenzstatus-Funktion abzuleiten.

Dabei bezeichnet $\sigma_i(t)$ einen normierten Parameter nach Abschnitt 6. Index i mit $i=1\dots n$ gibt einen von n Parametertypen an. Die Faktoren für die Normierung sind abhängig vom Parametertyp und sind in Abschnitt 6 festgelegt. Außerdem wird ein Gewichtungsfaktor $u_i(t)$ mit einem möglichen Wertebereich von $[0, 1]$ eingeführt. Dieser Faktor ermöglicht die Anpassung eines Parameters vom Typ i entsprechend den Anforderungen. Während z. B. für Anwendungen mit ereignisgesteuerter Kommunikation die Übertragungszeit eine größere Rolle spielt, ist für Anwendungen mit periodischem Datenverkehr die Aktualisierungszeit von Bedeutung. Dies kann mit $u_i(t)$ ausgedrückt werden. Die Zeitabhängigkeit dieses Faktors berücksichtigt neu entwickelte, flexible industrielle Automatisierungskonzepte, für die eventuell Anpassungen der Relevanz verschiedener Parametertypen notwendig sind.

Die Koexistenzstatus-Funktion muss alle bekannten $k=1\dots p$ WCS berücksichtigen. Die Priorität einer Anwendung, die WCS k verwendet, wird mit dem Gewichtungsfaktor $w_k(t)$ ausgedrückt. Zudem müssen die logischen Verbindungen $j=1\dots m$ eines WCS berücksichtigt werden. Die Bedeutung einer logischen Verbindung wird mithilfe des Gewichtungsfaktors $v_j(t)$ ausgedrückt.

Auf diese Weise kann eine Koexistenzstatus-Funktion $\chi(t)$ nach Formel (1) festgelegt werden.

$$\chi(t) = \frac{1}{\sum w_k(t)} \sum_{k=1}^p w_k(t) \cdot \left(\frac{1}{\sum v_j(t)} \cdot \left(\frac{1}{\sum u_i(t)} \sum_{i=1}^n u_i(t) \cdot \sigma_i(t) \right) \right)_j \Bigg)_k \quad (1)$$

Unter Annahme eines Schwellenwerts χ_{Thr} , der den Zustand bezeichnet, in dem die Kommunikationsanforderungen aller Funkkommunikationsanwendungen erfüllt sind, kann der Koexistenzstatus wie in Formel (2) dargestellt festgelegt werden.

$$s(\chi(t) \geq \chi_{Thr}) = 1 \quad (2)$$

Der ergänzende Status der Nicht-Koexistenz wird mittels der Formel (3) festgelegt.

$$s(\chi(t) < \chi_{Thr}) = 0 \quad (3)$$

Die Differenz aus dem Istwert $\chi(t)$ und dem Schwellenwert χ_{Thr} wird Koexistenz-Spanne genannt (siehe Formel (4)). Die Differenz aus dem Schwellenwert χ_{Thr} und dem Istwert $\chi(t)$ wird Koexistenz-Abstand genannt (siehe Formel (5)).

$$\chi_M(t) = \chi(t) - \chi_{Thr} \quad (4)$$

$$\chi_D(t) = \chi_{Thr} - \chi(t) \quad (5)$$

Ein Beispiel für eine Koexistenzstatus-Funktion mit ihren wichtigsten Werten ist in Bild 3 dargestellt.

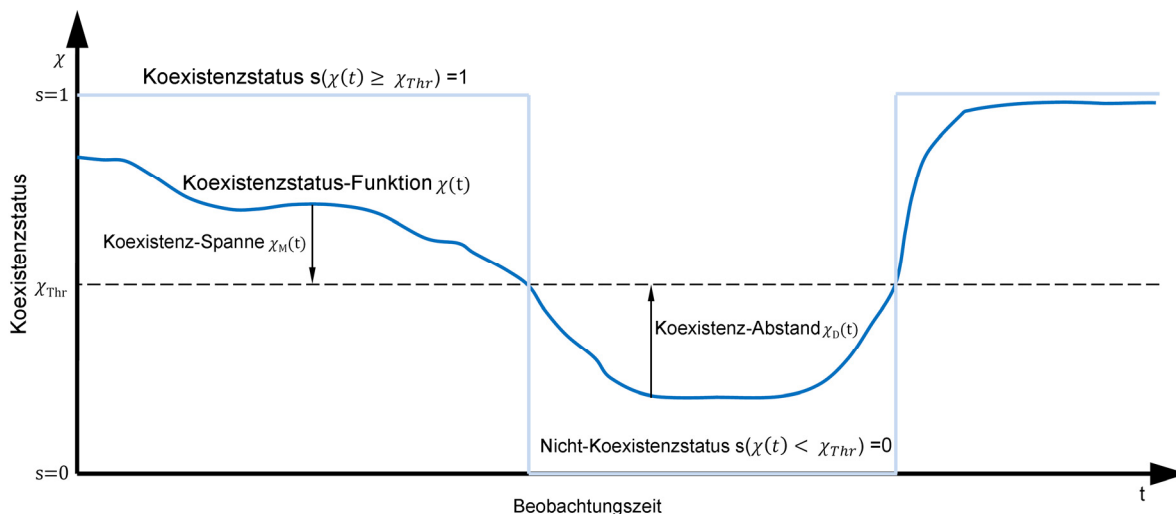


Bild 3 – Koexistenzstatus-Funktion

Anhand der Koexistenzstatus-Funktion können die Koexistenzstufe bewertet und Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Koexistenz abgeleitet werden. Die charakteristischen Parameter $\sigma_i(t)$ bezogen auf WCS k und die logische Verbindung j bieten die Möglichkeit, Schwachstellen innerhalb des Betrachtungsbereichs aufzudecken. Auf Grundlage dieses Algorithmus ist der CCP in der Lage, spezielle Ressourcenzuweisungen abzuleiten.

4.3 Implementierung von Funkressourcen und ihre Nutzung

In Bild 4 sind aktive Umwelteinflüsse und Ziele zur Steuerung von Koexistenz dargestellt. Das Szenario entspricht dem in Bild 3 dargestellten Szenario. Zusätzlich zur gegenseitigen Störung der beiden Systeme sind externe Einflüsse, auf die kein Einfluss genommen werden kann, angegeben.

Die relevanten Parameter können gesteuert werden durch:

- Quellenanwendung (z. B. Übertragungsintervall);
- Quell-Funkkommunikationsgerät (z. B. Frequenzkanal);
- Antenne (z. B. Strahlformung)
- Ziel-Funkkommunikationsgerät (z. B. Puffermanagement).

Die für die Steuerung der Koexistenz relevanten Parameter werden in Abschnitt 7 detailliert beschrieben. Um dieser Norm zu entsprechen, müssen WCD über Parameter und Dienste verfügen, die die Steuerung der Koexistenz ermöglichen.

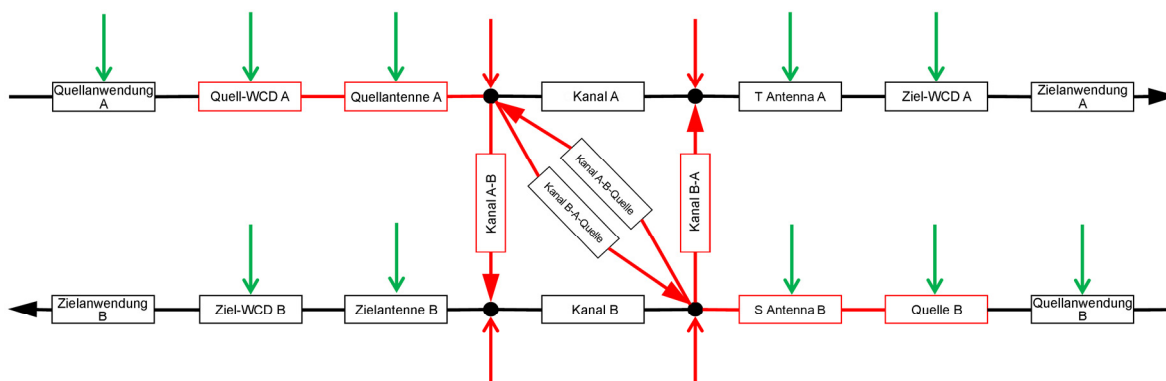


Bild 4 – Parameter der aktiven Einflussnahme und Steuerungsparameter zur Verwaltung der Koexistenz

4.4 Koexistenzmanagement-Ausrüstung

In Übereinstimmung mit dem Betriebsbereich, der industriellen Automatisierung, muss die Koexistenz-Ausrüstung während des gesamten Lebenszyklus als Automatisierungsausrüstung behandelt werden. Dies gilt für die Gerätebeschreibung, den Informationsaustausch und das Informationsmanagement sowie für die Frage, wie viel

- Sicherheit;
- Eigensicherheit;
- funktionale Sicherheit;
- Hochverfügbarkeit
- usw.

benötigt wird. Ein SSU zum Beispiel stellt in einem CCP-System eine Schwachstelle dar, da sie Funkwellen stört.

5 Architektur eines drahtlosen Koexistenzmanagementsystems

5.1 Allgemeines

Dem automatisierten Koexistenzmanagement von Funkkommunikationssystemen für Automatisierungsanwendungen liegt der Gedanke zugrunde, verschiedene Funkkommunikationssysteme in der Anlage, z. B. heterogene und/oder homogene Funkkommunikationssysteme, zentral zu koordinieren. Ziel ist es, die effektive und effiziente Spektrumsnutzung weiter zu verbessern. Der Grundgedanke ist:

- auf Funkgeräte, die gesteuert werden können, Einfluss zu nehmen und Geräte, die nicht gesteuert werden können, zu berücksichtigen;
- die Minderung je Gerät durch ein zentrales Koordinierungsgerät oder ein zentrales Koordinierungssystem zu steuern;
- dass bei Abbruch der Verbindung zwischen einem Gerät und dem CCP die Übertragung der Funkenergie unterbrochen oder die Minderungstechnik je Gerät aktiviert werden muss;
- dass ein CCP die Spektrumsnutzung durch Funkkommunikationsgeräte und/oder -netzwerke innerhalb der durch lokale Vorschriften festgelegten Grenzen für diese Art von Geräten steuern und verwalten sollte, um Konformität mit diesen Vorschriften zu erreichen.

Im Allgemeinen muss die funktionale Architektur für die zentrale Koordinierung von Funkkommunikationssystemen für Automatisierungsanwendungen die folgenden grundlegenden Anforderungen erfüllen:

- Bieten von Koordinierungsmechanismen zur Herstellung und Aufrechterhaltung von Koexistenz zwischen verschiedenen Funkkommunikationslösungen im gleichen Frequenzbereich, mit dem Ziel:
 - primäre Funksysteme zu schützen;
 - schädliche Störungen zu vermeiden;
 - Koexistenz aufrechtzuerhalten.
- Bieten von Mechanismen für den automatischen Zugriff und die automatische Nutzung von Spektrum, mit dem Ziel:
 - freies und belegtes Spektrum zu erkennen;
 - Funkkommunikationslösungen und primäre Funksysteme zu erkennen und zu klassifizieren;
 - Kommunikationskanäle einzurichten;
 - Funkkommunikationssysteme an betreffenden Betriebsstandorten im Unternehmen zu melden;
 - eine Bestandsaufnahme der drahtlosen Automatisierungsanwendungen im jeweiligen Funkkommunikationssystem durchzuführen;

- neu registrierte Funkkommunikationssysteme für Automatisierungsanwendungen anzunehmen oder abzulehnen;
- Auflagen für die Nutzung von industriellen Funkanwendungen anhand der im internen Verfahren abgestimmten Entscheidungen zu erstellen.
- Bieten von Mechanismen zur kontinuierlichen Überwachung des Zustands des Frequenzspektrums.

Der CCP kann die verfügbaren Medienressourcen organisieren und den verschiedenen Funknetzen oder -geräten Ressourcenblöcke zuweisen. Die Medienressourcen können nach Zeit, Frequenz, Raum und Codierung gewählt werden.

Der CCP muss über einen oder mehrere Kommunikationskanäle und Protokolle mit den Funknetzen oder Funkgeräten kommunizieren. Zu diesem Zweck muss der CCP folgende Anforderungen erfüllen:

- Unterstützung verschiedener Funktechnologien;
- Unterstützung einer Koordinierungsschnittstelle.

Das Koexistenzmanagement für systeminterne Koexistenz kann das in IEC 62657-2 festgelegte manuelle Koexistenzmanagement ersetzen.

Der CCP weist den verschiedenen Funkkommunikationslösungen Ressourcen zu. Hierzu gehören Kommunikationen zwischen dem CCP und einzelnen Geräten sowie Kommunikationen zwischen dem CCP und Funksystemen. In letzterem Fall nutzt das Funksystem die Informationen des CCP, um sein eigenes Funknetz zu konfigurieren und zu steuern.

Werden die Funkkommunikationssysteme für Automatisierungsanwendungen nicht von einem CCP gesteuert, sondern funktionieren sie unabhängig unter Verwendung ihrer eigenen Medienzugriffsteuerungsmechanismen, so findet keine Koordinierung zwischen den Funkkommunikationssystemen für Automatisierungsanwendungen statt und sie sind auf ihre eigenen Techniken zur Netzbildung, Netzerkennung, Diensterkennung und zum Störungsmanagement angewiesen, einschließlich dem Schutz von primären Funksystemen.

Das zentrale koordinierte Koexistenzmanagementsystem besteht aus drei Einheiten, die in Bild 5 dargestellt sind:

- CCP mit Zugang zu Rückplatte(n), Zugang zum RF-Kanal, Spektrumsmaschine, Ressourcenmaschine und Richtlinienmaschine;
- Spektrumserkennungssystem;
- Datenbankdienst mit Informations- und Konfigurationsdatenbank und Vorschriftendatenbank.

Jede Einheit ist durch ihre funktionalen Rollen und Interaktionen mit anderen Einheiten festgelegt.

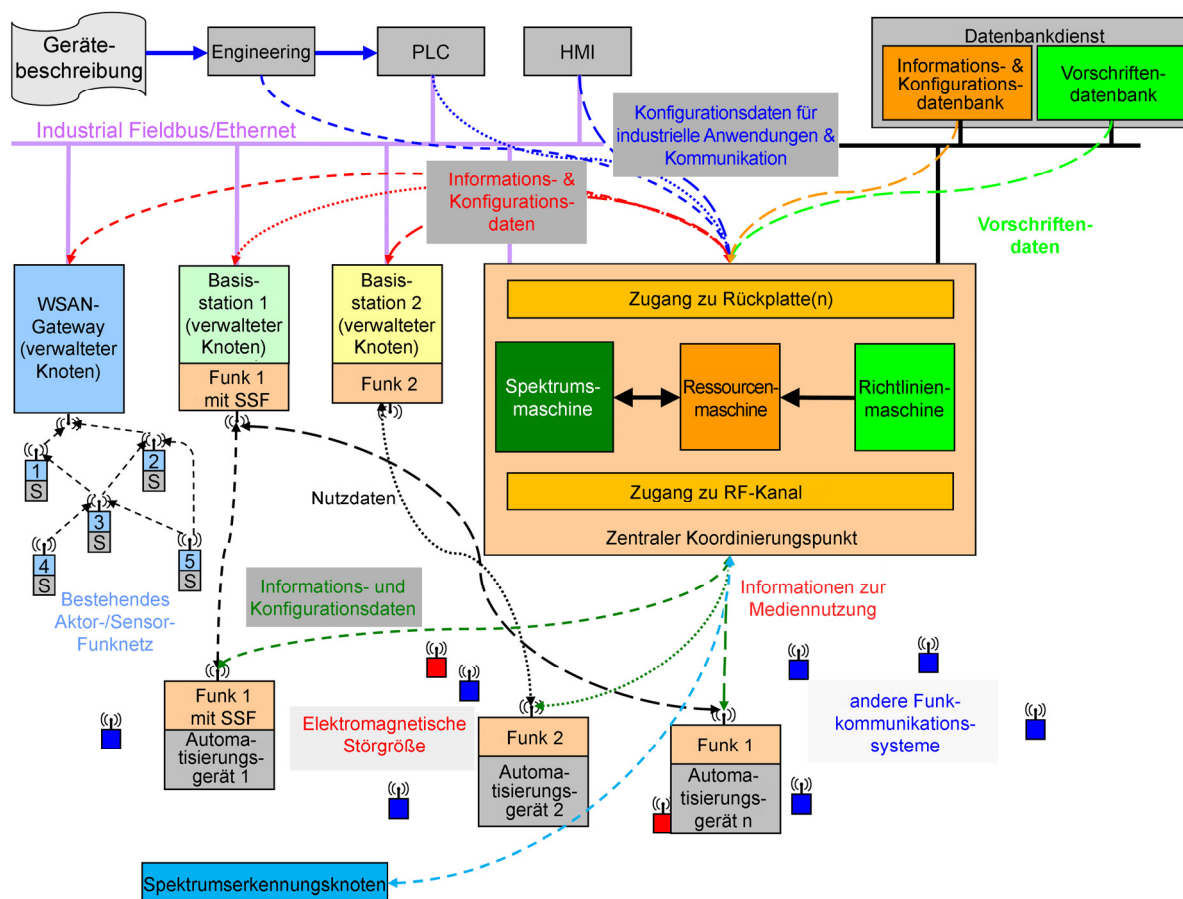


Bild 5 – Überblick über einen CCP

Das CCP-kontrollierte Funkkommunikationssystem für Automatisierungsanwendungen (CWCS) ist ein vom CCP verwaltetes Funknetz. Das CWCS besteht aus einem Funkgerät, das eine Management-Schnittstelle (M-SAP) und eine Steuer-Schnittstelle (C-SAP) zum CCP unterstützt und zugleich als Empfangsstation für CCP und Sendestation für Funkkommunikationssysteme agiert. Der CCP verwaltet das verfügbare Ressourcenspektrum, Zeit und Raum und weist dem CWCS Ressourcen in Abhängigkeit von den Anforderungen an die Automatisierungsanwendung zu. Die Sendestation des CWCS empfängt die Ressourceninformationen, agiert als Sendestation und verwaltet die registrierte und verbundene Empfangsstation des CWCS. Daher verwendet das CWCS verfügbare Spektrumsressourcen mit zusätzlichen Informationen zur Spektrumnutzung seines Nachbar-CWCS und zu primären Diensten/Anwendungen. Die Mediennutzungsinformationen müssen kontinuierlich vom Spektrumserkennungssystem bereitgestellt werden. Das Spektrumserkennungssystem beobachtet das Spektrum innerhalb des lokalen Industriebereichs und in dessen Umgebung und liefert dem CCP Informationen zur Mediennutzung der verschiedenen Funkkommunikationssysteme für Automatisierungsanwendungen, anderer Funkkommunikationslösungen und primärer Dienste/Anwendungen. Des Weiteren muss ein Datenbankdienst Informationen zu Anforderungen an Automatisierungsanwendungen, zur Konfiguration des Funkkommunikationssystems und zu rechtlichen Anforderungen in Bezug auf die Standortbestimmung zur Verfügung stellen.

5.2 Systemelemente

5.2.1 Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen

5.2.1.1 Funkgerät mit adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung je Gerät

Funkgeräte mit adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung je Gerät müssen die benötigten adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung für das zugewiesene Frequenzband, z. B. dynamische Frequenzwahl und Frequenzagilitätsmechanismen, zur Verfügung stellen. Das manuelle Koexistenzmanagement nach IEC 62657-2 kann für systeminterne Koexistenz angewendet werden,

kann jedoch nicht die zur Erfüllung rechtlicher Anforderungen notwendigen Mechanismen (z. B. Schutz des primären Funksystems) ersetzen. IEC 62657-2 sollte eingesetzt werden, um das Medium in einem industriellen Umfeld wirksamer nutzen zu können, wenn das Gerät nicht Teil des CCP-Konzepts sein kann.

5.2.1.2 CCP-verwaltete Funksysteme und Funkgeräte

CCP-verwaltete Funksysteme oder CCP-verwaltete Funkgeräte werden vom CCP überwacht, verwaltet und gesteuert. Ein CCP-verwaltetes Funksystem fasst alle Funktionen in einem Funkgerät zusammen, die zur Erfüllung der Rolle des Funksystems als Sendestation und des CCP als Empfangsstation notwendig sind. CCP-verwaltete Funkgeräte dienen nur für den CCP als Empfangsstation und können als Sendestationen, Endpunkte oder Infrastrukturkomponenten für Funksysteme agieren (nähere Informationen siehe Bild 6). CCP-gesteuerte Funksysteme und -geräte dürfen selbst keine Funkdatennachrichten übertragen. Wird die Kommunikation zwischen dem CCP und CCP-verwalteten Funkgeräten hergestellt und ermöglicht der CCP die Übertragung, kann das CCP-verwaltete Funkgerät Funkdatennachrichten mit oder ohne adaptive Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung übertragen. Schlägt die Kommunikation zwischen CCP und CCP-verwaltetem Funkgerät fehl, muss die Funkübertragung angehalten werden. Ein Heartbeat-Signal oder ähnlicher Mechanismus muss die Überwachung der Kommunikation zwischen CCP und CCP-verwaltetem Funksystem und -gerät ermöglichen.

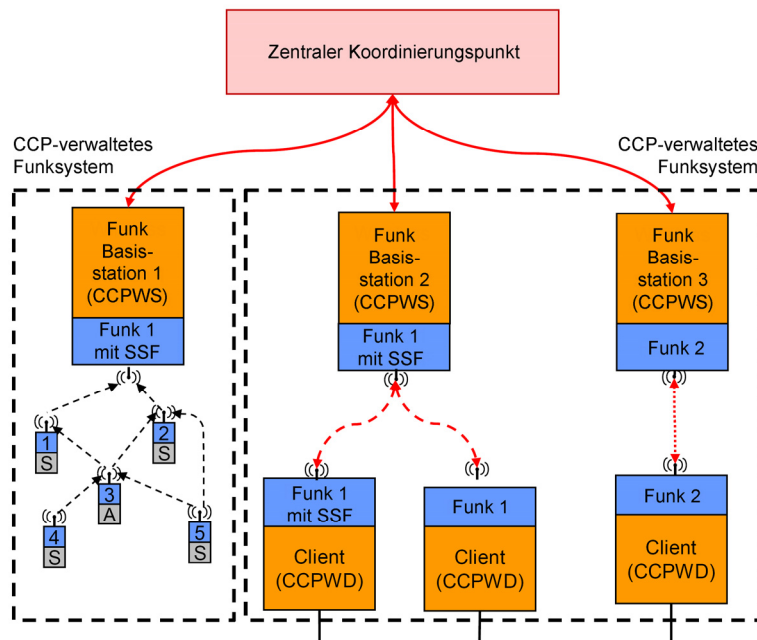


Bild 6 – CCP-verwaltetes Funkgerät

Funkgeräte in Funksystemen, die im Schlaf-Modus keine aktive Spektrumserkennung durchführen, um Strom zu sparen, verfügen über eine eingeschränkte Erkennungsfähigkeit. Aus diesem Grund sind sie dynamischen Störungen ausgesetzt. In diesem Zusammenhang könnte ein benachbartes Funknetz, z. B. RLAN, spezielle Erkennungsmessungen durchführen, um ein Funknetz zu unterstützen, das aus derartigen Funkgeräten mit geringer Leistungsaufnahme und eingeschränkter Erkennungsfähigkeit besteht.

5.2.1.3 CCP-verwaltetes Funkgerät mit adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung je Gerät

Funkgeräte mit adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung je Gerät, die gleichzeitig CCP-gesteuert sind, müssen die in 5.2.1.1 beschriebenen Anforderungen erfüllen.

Wird die Kommunikation zwischen dem CCP und einem CCP-verwalteten Funkgerät oder Funksystem hergestellt und ermöglicht der CCP die Übertragung, kann das gesteuerte Funkgerät oder Funksystem ohne adaptive Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung übertragen. Schlägt die Kommunikation zwischen CCP und CCP-verwaltetem Funkgerät fehl, muss die Übertragung den adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung entsprechen.

5.2.2 Zentraler Koordinierungspunkt

5.2.2.1 Allgemeines

Der zentrale Koordinierungspunkt (CCP) ist ein zentrales Koordinierungsgerät oder -system zur Verwaltung heterogener Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen.

Die Aufgaben eines CCP sind:

- Verwaltung (Steuerung und Koordinierung) mehrerer heterogener Funkkommunikationssysteme für Automatisierungsanwendungen;
- Herstellung eines automatisierten Koexistenzmanagements zwischen mehreren heterogenen Funkkommunikationssystemen für Automatisierungsanwendungen;
- Berücksichtigung der Anforderungen an Automatisierungsanwendungen;
- Erkennung primärer Funksysteme und Bieten eines Schutzmechanismus;
- Berücksichtigung und Erfüllung regionaler rechtlicher Anforderungen an Funkkommunikationssysteme und Funkgeräte mithilfe der Standortbestimmung.

Der CCP muss:

- eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung zur Informations- und Konfigurations-Datenbank herstellen, welche die Standortbestimmungs- und Mediennutzungsdaten der Funksysteme für Automatisierungsanwendungen und primäre Funksysteme enthält;
- primäre Funksysteme erkennen und die geeignete Minderungstechnik auswählen, um die primären Funksysteme zu schützen;
- die Anforderungen an die Automatisierungsanwendungen abfragen (siehe IEC 62657-2) und den jeweiligen CCP-verwalteten Funksystemen und Funkgeräten Ressourcen zuweisen;
- eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung zu den CCP-verwalteten Funkgeräten und -systemen aufbauen;
- eine drahtgebundene oder drahtlose Verbindung zur Vorschriftendatenbank aufbauen.

Wenn mehr als ein CCP in einer bestimmten Konfiguration verwendet wird, muss die drahtgebundene oder drahtlose Verbindung direkt oder indirekt zwischen den CCPs hergestellt werden. Es gelten die gleichen Anforderungen wie an einen einzigen CCP.

5.2.2.2 Spektrumsmaschine

Die Spektrumsmaschine (en: spectrum engine; SE) ist eine Management- und Steuerfunktion und eine Einheit des CCP. Die SE zentralisiert alle Mediennutzungsentscheidungen zwischen verschiedenen heterogenen Funksystemen und Funkgeräten für die Automatisierungsanwendung hinsichtlich der Informationen zu Medienverfügbarkeit und Mediennutzung mit räumlichem Bezug. Zusammenfassend muss die SE für Folgendes verantwortlich sein:

- Pflege der Informationen zu Medienverfügbarkeit und Mediennutzung;
- Kanalklassifizierung und -auswahl;
- Zuordnungssteuerung;
- Kanaleinstellungsmanagement;
- Zugriff auf den Datenbankdienst;
- Zeitsteuerung der Spektrumserkennung;
- Kanalwechselentscheidungen für ein oder mehrere CCP-verwaltete Funksysteme oder Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen;
- eigene Koexistenz mit anderen Funksystemen und Funkgeräten für Automatisierungsanwendungen;
- Koexistenz mit primären Funksystemen und anderen Funkkommunikationssystemen;

- Aufbau einer drahtgebundenen oder drahtlosen Verbindung zu allen CCP-verwalteten Funksystemen und -geräten für Automatisierungsanwendungen;
- Herstellen einer Verbindung zur Ressourcenmaschine.

5.2.2.3 Ressourcenmaschine

Die Ressourcenmaschine (en: resource engine; RE) ist eine Management- und Steuerfunktion und eine Einheit des CCP. Die RE zentralisiert alle Informationen zu Automatisierungsanwendung, Anforderungen an die Anwendungskommunikation und allgemeinen Anlageneigenschaften. Diese Informationen müssen im Hinblick auf die Nutzung des Funkmediums der Automatisierungsanwendung analysiert und verarbeitet und den Funksystemen und Funkgeräten für die Automatisierungsanwendung zugeordnet werden. Die RE muss außerdem die durch die Funkvorschriften bedingten Einschränkungen berücksichtigen.

Die Ressourcenmaschine (RE) im CCP muss für Folgendes verantwortlich sein:

- Zusammentragen, Analysieren und Verarbeiten von Engineering- und Automatisierungsanwendungsdaten;
- Zurverfügungstellen von Koexistenz-Steuerparametern an die SE unter Berücksichtigung der Einschränkungen und Begrenzungen durch die Funkvorschriften;
- Einhalten der Anforderungen der Automatisierungsanwendung;
- Aufrechterhalten und Überwachen der QoS-Informationen und der Kommunikationsverbindung.

5.2.2.4 Richtlinienmaschine

Die Richtlinienmaschine (PE) ist eine Managementfunktion und eine Einheit des CCP. Die PE zentralisiert alle durch die Funkvorschriften bedingten standortabhängigen Einschränkungen und Begrenzungen zu den genutzten Frequenzbereichen. Die PE muss für Folgendes verantwortlich sein:

- Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen, Einschränkungen und Begrenzungen in Bezug auf den geographischen Standort sowie auf den von den Funksystemen und Funkgeräten für Automatisierungsanwendungen genutzten Frequenzbereich;
- Herstellung einer drahtgebundenen oder drahtlosen Verbindung zur Vorschriftendatenbank, welche die in den Funkfrequenzregelungen festgelegten standortbezogenen Begrenzungen enthält.

5.2.3 Koordinierungsdatenbank

5.2.3.1 Informations- und Konfigurationsdatenbank

Die Informations- und Konfigurationsdatenbank (en: information and configuration database; ICD) enthält Informationen zu den Kommunikationsanforderungen der Automatisierungsanwendung, zu Funksystemen und Funkgeräten innerhalb eines CCP-verwalteten Systems und zu Funkgeräten und Funksystemen mit adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung je Gerät mit standortspezifischen und funkspezifischen Informationen. Die ICD muss diese Informationen dem CCP zur Verfügung stellen. Die funkspezifischen Informationen müssen Informationen zu den verfügbaren Funkfrequenzen und entsprechenden EIRP-Höchstwerten sowie zu den implementierten adaptiven Verfahren und Mechanismen zur Medienzugriffsteuerung enthalten, die das Funkgerät oder Funksystem nutzen darf. Sie ermöglicht den Schutz primärer Funksysteme und nutzt die von den Funkgeräten zur Verfügung gestellten Informationen.

5.2.3.2 Vorschriftendatenbank

Die Vorschriftendatenbank (en: regulatory database; RD) enthält Informationen zu den Vorschriften bezüglich der verwendeten Frequenzbänder. Die RD muss Informationen zu den gesetzlich vorgeschriebenen Funkgrenzwerten und zu den primären Funksystemen und anderen Frequenznutzern enthalten und angeben, welche Frequenzbänder oder Teile davon während des Betriebs des Funksystems für Automatisierungsanwendungen genutzt werden dürfen.

Die RD enthält außerdem Informationen dazu, wie das WIA-Netz oder -System reagiert, wenn ein primäres Funksystem erkannt wurde. Die Richtlinienmaschine des CCP nutzt die RD zur Konfiguration der Funk-systeme und Funkgeräte entsprechend den Vorschriften. Die primären Funksysteme sind festgelegt durch:

- Frequenzband;
- Typ des primären Nutzers:
 - Verteidigung (Funkortung);
 - fester Funkdienst;
 - Verkehr;
- Betriebseigenschaft des primären Nutzers:
 - statisch;
 - dynamisch (Zeit);
 - dynamisch (Standort);
 - dynamisch (Zeit und Standort).

Aus diesem Grund ist eine Vielzahl potenzieller WIA-Beeinträchtigungen möglich:

- reduziertes Frequenzband;
- reduzierte Abdeckung;
- verringerte Kapazität;
- verlangsamter Zugang zum Spektrum.

5.2.4 Spektrumserkennungssystem

Das Spektrumserkennungssystem (SSS) ist eine Kombination aus Spektrumserkennungsknoten (SSN) und Spektrumserkennungsfunktionen (SSF) und ist in die Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen integriert. Das SSS wird zur Implementierung eines CCP-gesteuerten Funksystems für Automatisierungsanwendungen benötigt. Das SSS beobachtet die verfügbaren Frequenzbänder, um das Vorkommen primärer Funksysteme und ihre Belegung durch andere Funkkommunikationssysteme zu bestimmen. Dieser Vorgang wird Erkennung genannt und berücksichtigt die Parameter des Funkkanals, des Funknetzes, des Benutzers und der Umgebung.

Die Spektrumserkennung ist im Allgemeinen ein passiver Vorgang, der andere Funksysteme oder Funkgeräte und andere Frequenznutzer nicht stört. Die erkannten Signale müssen vom SSS erkannt werden, und die Parameter müssen an die SE-Funktion im CPP übertragen werden, um primäre Funksysteme, Funkkommunikationssysteme und -geräte und andere Frequenznutzer zu beschreiben, zu katalogisieren und zu klassifizieren.

Die Spektrumserkennungsknoten (SSN) implementieren auf unabhängige Weise spezielle Verfahren zur Erkennung der Funkfrequenzumgebung innerhalb und außerhalb der lokalen Automatisierungsumgebung. Die SSN müssen die Funkfrequenzumgebung andauernd erkennen und an den CCP melden, damit dieser den Status der Medienressourcen aktualisieren kann.

Die Spektrumserkennungsfunktion (SSF) befindet sich an den CCP-verwalteten Funkgeräten und CCP-verwalteten Funksystemen. Die SSF implementiert auf unabhängige Weise spezielle Verfahren zur Erkennung der Funkfrequenzumgebung, und zwar während der Initialisierung der Sendestation und vor der Registrierung einer Empfangsstation bei der Sendestation sowie während des Betriebs. Die SSF am Funkgerät muss außerdem wesentliche Merkmale aufweisen, um den ordnungsgemäßen Betrieb zu ermöglichen, wenn sich die Empfangsstation nicht unter der Kontrolle einer Sendestation befindet, z. B. bei unabhängigen Vorgängen während der Initialisierung und dem Kanalwechsel. Zeigt die Empfangsstation keine Aktivität, muss die SSF eine Außerbanderkennung durchführen und an die Sendestation melden, damit diese den Status der Kanäle in der Sicherheits-/Kandidaten-Kanalliste aktualisieren kann. Zu jedem anderen Zeitpunkt wird die SSF am Funkgerät vom CCP gesteuert. Die SSF an der Sendestation ist auch dann aktiv, wenn an der Sendestation keine Übertragung für die Außerbanderkennung stattfindet. Die SSF an der Sendestation kann auch dann eine Erkennung durchführen, um die Kanäle freizugeben, wenn an der Sendestation keine Übertragung stattfindet.

5.3 Referenzarchitektur

5.3.1 Allgemeines

Das in Bild 7 dargestellte Protokollreferenzmodell (en: Protocol Reference Model; PRM) für CCP-verwaltete Funksysteme und -geräte für Automatisierungsanwendungen erhält die normale Funktionalität der Daten- und Management-/Steuerungsebene aufrecht und erstellt gleichzeitig eine neue Koordinationsebene, um die zentralen Koordinierungsfähigkeiten zu unterstützen. Die Datenebene muss die normalen Daten sowie die Management- und Kontrollinformationen enthalten.

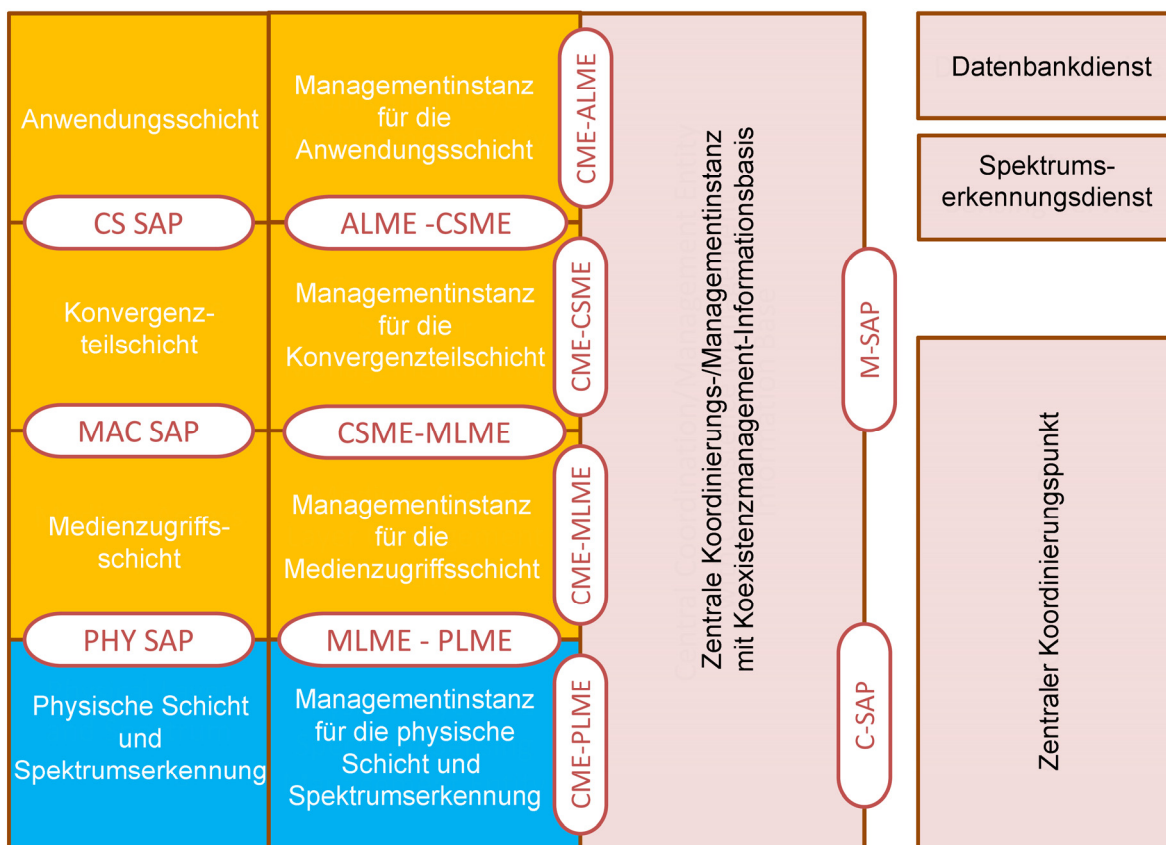


Bild 7 – Protokollreferenzmodell eines CCP-verwalteten Funkgeräts

5.3.2 Datenebene

Die Datenebene besteht aus der physischen Schicht (PHY), der Schicht für die Medienzugriffssteuerung (MAC), der Konvergenzteilschicht (CS) und der Anwendungsschicht (AL). Zwischen diesen Schichten werden Dienstzugangspunkte (SAPs) hinzugefügt, um die Modularisierung des Systems zu ermöglichen. Ein SAP wird mit einer genau definierten Schnittstelle oder einem Satz von Primitiven zum Informationsaustausch bereitgestellt, dank denen diese verschiedenen Komponenten miteinander kommunizieren können.

Die dienstspezifische CS muss die externen Netzwerkdaten, die über den CS SAP von der AL empfangen werden, in MAC-Dienstdateneinheiten (SDUs) umwandeln oder abbilden. Diese Umwandlung oder Abbildung muss die Klassifizierung externer Netzwerk-SDUs und deren Zuordnung zur entsprechenden MAC-Dienstfluss-Identifikation beinhalten. Für die Verknüpfung mit verschiedenen Protokollen stehen mehrere CS-Spezifikationen zur Verfügung.

Die MAC muss die Funktionalität des Systemzugriffs sowie die Herstellung und Aufrechterhaltung der Verbindung sicherstellen. Die Daten, die die MAC-Schicht von den verschiedenen CSs über den MAC SAP erhält, müssen bestimmten MAC-Verbindungen zugeteilt werden. Die Dienstqualität (QoS) bezieht sich auf die Übertragung und Zeitsteuerung von Daten über die PHY. Daten, PHY-Steuerung und Überwachungsstatis-

tiken (Spektrumserkennung, RSSI usw.) müssen über den PHY SAP zwischen der MAC und der PHY übertragen werden.

Die Parameter für die Bewertung der Koexistenz müssen aus dem Nachrichtentransfer in der Datenebene ermittelt werden. PHY, MAC, CS und AL müssen die ermittelten Parameter an die zentrale Koordinierungs-/Managementinstanz mit Koexistenzmanagement-Informationsbasis übermitteln, wo diese Parameter für den CCP verfügbar sind.

5.3.3 Management- und Steuerungsebene

5.3.3.1 Allgemeines

Die Management- und Steuerungsebene muss aus einer Managementinstanz für die physische Schicht und Spektrumserkennung (PLME), einer Managementinstanz für die Medienzugriffsschicht (MLME), einer Managementinstanz für die Konvergenzteilschicht (en: convergence sublayer management entity; CLME), einer Managementinstanz für die Anwendungsschicht (en: application layer management entity; ALME) und der zentralen Koordinierungsinstanz (en: central coordination entity; CCE) mit Koexistenzmanagement-Informationsbasis (en: coexistence management information base; CMIB) bestehen. Dienstprimitive werden eingesetzt, um mit der CMIB-Datenbank zu kommunizieren, und einige dieser Primitive dürfen verwendet werden, um die Funksystem- und Funkgerät-Einheiten zu verwalten. Die CMIB-Primitive müssen für die Systemkonfiguration, Überwachungsstatistiken, Benachrichtigungen und Auslöser sowie für Sitzungsmanagement, Medienressourcen-Management, Kommunikation mit dem Datenbankdienst, Spektrumserkennungssystem und CCP eingesetzt werden. Die CMIB-Daten dürfen entweder aus dem Netz stammen, im System vordefiniert sein oder von einem anderen Gerät stammen, nachdem ein Informationsaustausch unter Verwendung des Kommunikationsmediums stattgefunden hat. Der CCP spielt in der Gesamtarchitektur eine wichtige Rolle, da er den zentralen Koordinierungspunkt an allen Sendestation des Funkkommunikationssystems darstellt, an dem alle Informationen zur Spektrumsverfügbarkeit aus dem Datenbankdienst und dem Spektrumserkennungssystem zusammengetragen werden. Auf Grundlage dieser kombinierten Informationen, lokalen Vorschriften und vordefinierten CCP-Richtlinien muss der CCP die benötigten Konfigurationsinformationen an die MAC übermitteln, welche alle registrierten Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen per Fernzugriff konfigurieren muss.

5.3.3.2 Managementebene

Der CCP muss in der Managementebene des Funkkommunikationssystems für Automatisierungsanwendungen liegen. Der Management-SAP (M-SAP) darf Primitive unter anderem in Bezug auf Folgendes enthalten:

- allgemeine Anlageneigenschaften;
- Kommunikationsanforderungen der Anwendung;
- Kommunikationssystem und Gerätemanagement;
- Überwachungsstatistiken;
- Benachrichtigungen/Auslöser;
- Erkennungsmanagement.

5.3.3.3 Steuerungsebene

Die Steuerungsebene muss aus der Funktion des Spektrumserkennungssystems (SSS) und der Funktion des zentralen Koordinierungspunkts (CCP) bestehen. Das SSS muss Spektrumserkennungsalgorithmen implementieren und die RE muss die Informationen zur Verfügung stellen, anhand derer die Standorte der CCP-verwalteten Funksysteme oder -geräte ermittelt werden können.

Der CCP muss die Informationen zu Medienverfügbarkeit pflegen, Kanallisten, Ruhephasen und Zeitsteuerung verwalten und Koexistenzmechanismen implementieren. Der CCP muss außerdem Anforderungen von MAC und PHY entgegennehmen. Zum Beispiel muss die MAC den CCP informieren, wenn während des normalen Betriebs eine Störsituation im Kanal erkannt wurde. Der CCP muss dann geeignete Maßnahmen ergreifen, um das Problem zu lösen, z. B. durch Wechseln zu einem anderen Kanal. Hierzu muss der CCP

zunächst eine ausreichende Ruhezeit sicherstellen, damit das Funkkommunikationssystem für Automatisierungsanwendungen eine In-Band-Erkennung durchführen kann, um diese Kanäle unter Beachtung der festgelegten Kanalüberwachungsanforderungen freizugeben. Anschließend muss der CCP eine aktuelle, nach Priorität sortierte Liste der Sicherungs- und Kandidatenkanäle führen, um sicherzustellen, dass das Funkkommunikationssystem für Automatisierungsanwendungen über genügend Wartezeit verfügt, um eine ausreichende Anzahl von Sicherungskanälen freizugeben. Erkennt die In-Band-Erkennung einen primären Nutzer, muss die MAC die informierte Antwort des CCP verwenden, um den Schaltvorgang durchzuführen.

C-SAP müssen vom CCP verwendet werden, um einen Kanalwechsel einzuleiten, um die Spektrumerkennungsfunktion am Funkgerät zu konfigurieren (Sicherungs- und/oder Kandidatenkanalliste, bestimmte zu erkennende Kanäle usw.) und um Informationen von den Funkgeräten zu sammeln (lokale Erkennungsinformationen usw.).

Der C-SAP darf Primitive unter anderem in Bezug auf Folgendes enthalten:

- Teilnehmer- und Sitzungsmanagement;
- Medienressourcenbericht;
- Erkennungsergebnis.

5.4 System der Funkkommunikationsanwendungen

5.4.1 CCP-Konzept für die gemeinsame Nutzung mit anderen primären Funksystemen

Durch ein CCP-Konzept für die gemeinsame Nutzung mit anderen primären Funksystemen entfällt die Notwendigkeit, die benötigten Minderungstechniken für das verwendete Spektrum in jedem Gerät zu implementieren. Ein weiterer Vorteil dieses Konzepts ist, dass der CCP die primären Funksysteme an den Rändern des installierten Bereichs mit einer besseren Empfängerempfindlichkeit erkennen kann, als dies mit den Funkgeräten für Automatisierungsanwendungen möglich wäre. So hängt zum Beispiel der Standort eines Funkgeräts von der Automatisierungsanwendung in einem Gebäude ab, und die Erkennung durch den CCP kann an strategischen Punkten verortet werden, um eine optimale Empfangsqualität zu erzielen.

Erkennt der CCP ein verfügbares Frequenzband, das nicht von primären Funksystemen genutzt wird, muss der CCP die effizientesten Spektrumszuweisungen berechnen, die den CCP-verwalteten Funksystemen und CCP-verwalteten Funkgeräten unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Automatisierungsanwendungen und Kommunikationsanforderungen zugewiesen werden können.

Funksysteme für Automatisierungsanwendungen in einer Fabrikumgebung dürfen ausschließlich mit einer oder mehreren Netzzugangstechnologien betrieben werden und viele dieser WIA-Systeme können eventuell nebeneinander in einer Fabrikumgebung betrieben werden.

Ein Beispiel für ein CCP-gesteuertes WIA-System und primäre Dienste/Anwendungen innerhalb des 5,8-GHz-WIA-Bands wird in Anhang A angegeben.

5.4.2 Schutz primärer Nutzer

CCP-gesteuerte WIA-Systeme setzen eine zentralisierte Koordinierung mit zentralisierter oder verteilter Spektrumserkennung ein, um freie und belegte Frequenzbereiche zu erkennen. Der Spektrumserkennungsknoten (SSN) darf über mehrere Funkschnittstellen oder eine universelle Funkschnittstelle für die gleichzeitige Überwachung mehrerer Kanäle oder Frequenzbereiche verfügen. Er bestimmt den Betrieb primärer Dienste auf verschiedenen Kanälen oder Frequenzen.

Um primäre Dienste und Anwendungen zu schützen, muss ein automatisiertes, nicht-kooperatives, auf Kennzahlen basierendes Koexistenzmanagement eingesetzt werden, da WIA-Systeme und primäre Dienste/Anwendungen nicht in der Lage sind, Information auszutauschen. Da sie alle vollkommen unabhängig voneinander sind, können sich WIA-Systeme nur auf die Erkennung und Beurteilung von primären Diensten/Anwendungen stützen. Mit anderen Worten stuft jedes potenziell gestörte WIA-System das Verhalten des störenden primären Dienstes/der störenden primären Anwendung ein und passt sein eigenes Verhalten an die neuen Bedingungen an.

5.4.3 CCP-Konzept für die systeminterne Koexistenz

Die systeminterne Koexistenz, wie sie durch das CCP-Konzept erreicht wird, erfüllt die Gesichtspunkte eines automatisierten adaptiven Koexistenzmanagementmechanismus.

Der CCP muss den Zugang zum Spektrum für mehrere WIA-Systeme innerhalb des Frequenzbands verwalten. Derzeit gibt es viele Koexistenzaspekte und Minderungstechniken, da keine Koordinierung zwischen diesen WIA-Systemen besteht. Daher benötigen WIA-Systeme neue systeminterne Koexistenzschemata, um die Nutzung der Funkressourcen zu optimieren. Diese Koexistenzschemata können durch einen CCP ermöglicht werden. Der CCP kann die Koexistenz von Funknetzen unterstützen, indem er Kontextinformationen wie Dienstqualität, Dienstpriorität usw. und Messergebnisse überträgt. Der CCP kann auch die Steuerung von mehreren WIA-Systemen ermöglichen.

Der CCP verwaltet den gleichzeitigen Betrieb von mehreren WIA-Systemen und WIA-Geräten in Industrieumgebungen. Aus diesem Grund müssen CCP, CCP-gesteuerte WIA-Systeme und CCP-gesteuerte WIA-Geräte über einen Steuerkanal zur Übertragung von Informationen von WIA-Systemen und WIA-Geräten zum CCP sowie zur Übertragung von Steuer- oder Unterstützungsinformationen vom CCP zu den WIA-Systemen und WIA-Geräten verfügen. Um Steuerungs- oder Unterstützungsdienste zur Verfügung stellen zu können, trifft der CCP über den Steuerkanal Entscheidungen. Um Dienste zur Informationssammlung zur Verfügung zu stellen, muss der CCP über den Steuerkanal Informationen zu den verfügbaren WIA-Systemen und/oder WIA-Geräten liefern. Der Steuerkanal kann die drahtgebundene Verbindung zwischen dem CCP und den CCP-gesteuerten WIA-Systemen oder die drahtlose Verbindung zwischen dem CCP und den CCP-gesteuerten WIA-Systemen und CCP-gesteuerten WIA-Geräten, zwischen CCP-gesteuerten WIA-Systemen und CCP-gesteuerten WIA-Geräten, zwischen CCP-gesteuerten WIA-Systemen und zwischen CCP-gesteuerten WIA-Geräten nutzen.

Der CCP muss mehrere verschiedene Funktechnologien unterstützen und über einen drahtgebundenen Netzzugang verfügen.

WIA-Systeme in einer Industrieumgebung dürfen ausschließlich mit einer einzigen Funktechnologie betrieben werden, aber WIA-Geräte in diesen Netzen dürfen in der Lage sein, mit verschiedenen Funktechnologie gleichzeitig zu funktionieren. Daher muss die Systemsteuerung für mehrere WIA-Systeme die Fähigkeit bestimmter WIA-Geräte nutzen, auf mehr als einem WIA-System zu kommunizieren, um erweiterte Dienste für WIA-Systeme zur Verfügung zu stellen, auf denen das Gerät nicht aktiv ist. Ein Gerät, das mehrere Funkzugänge unterstützt, kann zur Unterstützung von WIA-Systemen eingesetzt werden, um Übertragungen zwischen WIA-Systemen zu koordinieren und die Leistung innerhalb eines WIA-Systems zu verbessern. Es kann netzinterne WIA-Geräte geben, die in der Lage sind, sowohl mit WIA-System 1 als auch mit WIA-System 2 zu kommunizieren. Dieses WIA-Gerät ist in Bild 8 grün gekennzeichnet. WIA-Systeme, die nur über einen einzigen Funkzugang verfügen, benötigen Unterstützung durch den CCP. Der CCP verwaltet die Mediennutzung von WIA-Systemen, indem er ihre Übertragungen koordiniert.

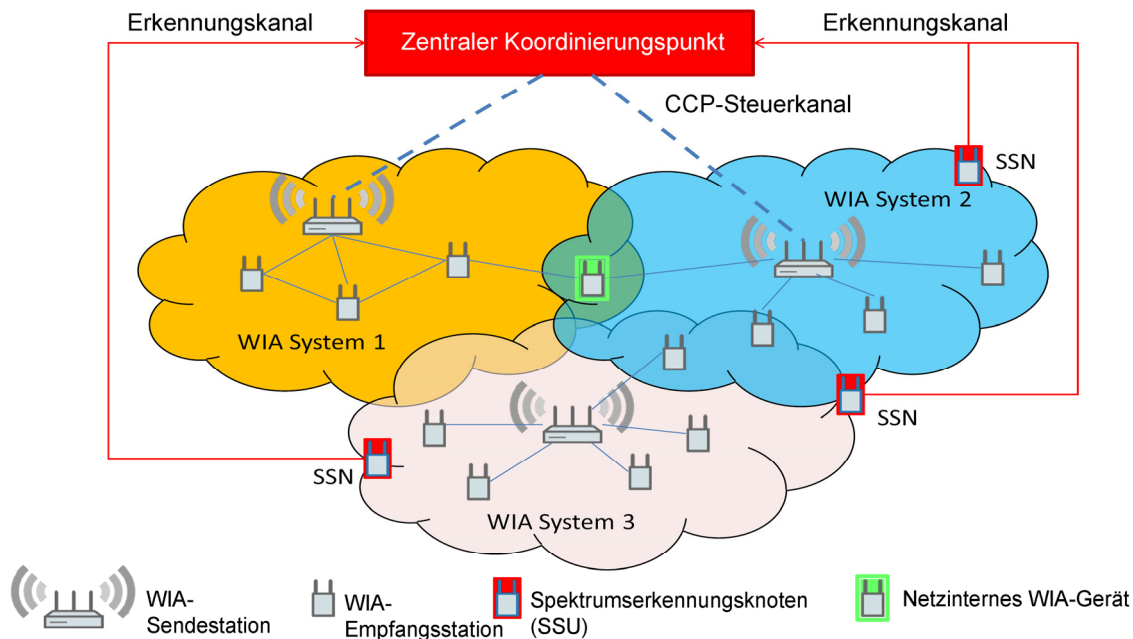


Bild 8 – CCP für systeminterne Koexistenz

Konzeptionell hilft die Unterstützung verschiedener Funkzugangstechnologien oder drahtgebundener Technologien bei Koexistenzaspekten, indem sowohl schädliche Störungen minimiert als auch die den WIA-Geräten zur Verfügung stehenden Dienste um Dienste von Geräten außerhalb des lokalen Netzes erweitert werden. Die von den einzelnen Geräten zur Verfügung gestellten Dienste werden zum CCP hinzugefügt. Um auf diesen CCP zugreifen zu können, wird jedoch ein gemeinsamer Steuerkanal, der WIA-unabhängige Kommunikation unterstützt, benötigt.

Das WIA-System 1 (siehe Bild 8) oder zum WIA-System 1 gehörende WIA-Geräte können aufgefordert werden, den Betriebskanal des WIA-Systems 2 zu erkennen und die Ergebnisse an den CCP zu senden. Dies könnte in Netzen nützlich sein, die aus Geräten mit geringer Leistungsaufnahme und eingeschränkter Erkennungsfähigkeit bestehen.

Der CCP sammelt die Standortinformationen und Betriebseigenschaften verschiedener WIA-Systeme, einschließlich des Betriebskanals des WIA-Systems mit geringer Komplexität. Der CCP weist dann den SSN oder die WIA-Geräte an, eine periodische Erkennung im Betriebskanal des WIA-Systems mit geringer Komplexität durchzuführen. Hierzu werden spezielle Algorithmen zur Erkennung von WIA-Systemen mit geringer Komplexität und geringer Mediennutzung eingesetzt. Werden schädliche Störungen erkannt, informiert der CCP das WIA mit geringer Komplexität darüber und weist es an, auf einen anderen Betriebskanal zu wechseln, insofern auf diesem Kanal kein primärer Dienst betrieben wird.

Optimal kann der CCP den SSN dazu auffordern, einen oder mehrere Alternativkanäle für das WIA-System zu überwachen. Wird ein hoher Störpegel erkannt, kann der CCP das WIA-System dazu auffordern, vom aktuellen Kanal auf einen freigegebenen Alternativkanal zu wechseln. Auf diese Weise werden Dienstunterbrechungen aufgrund von schädlichen Störungen im WIA-System reduziert.

5.5 Schnittstellen

5.5.1 CCP

Der CCP ist durch die beiden SAPs M-SAP und C-SAP mit den Instanzen der Schichten AL, CS, MAC und PHY der CCP-verwalteten Funksysteme und -geräte für Automatisierungsanwendungen verknüpft. Der M-SAP wird für die weniger zeitkritischen Primitive der Managementebene verwendet und der C-SAP für die zeitkritischen Primitive der Steuerungsebene.

Der CCP ist über M-SAP und C-SAP mit dem SSN verknüpft. Der M-SAP wird für die Primitive der Managementebene verwendet und der C-SAP für die Primitive der Steuerungsebene.

Der CCP ist über den M-SAP, der die Primitive der Managementebene nutzt, mit der Datenbank verknüpft.

Der CCP ist über den M-SAP, der die Primitive der Managementebene nutzt, mit der Automatisierungsanwendung verknüpft.

Der CCP bietet eine Anwenderschnittstelle für Verwaltung, Steuerung und Engineering.

5.5.2 CCP-verwaltete Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen

CCP-verwaltete Funksysteme und Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen müssen über einen Steuer-SAP (C-SAP) und einen Management-SAP (M-SAP) verfügen, die dem CCP Zugriff auf die Funktionen der Steuerebene und der Managementebene geben.

Die Funkgeräte für Automatisierungsanwendungen müssen eine Schnittstelle zur Automatisierungsanwendung aufweisen.

5.5.3 Datenbank

Die Koordinierungsdatenbank muss über einen M-SAP verfügen, der dem CCP Zugriff auf den Inhalt der Datenbank gibt.

Die Datenbank bietet eine Anwenderschnittstelle für Verwaltung, Steuerung und Engineering.

5.5.4 Spektrumserkennungssystem

Der SSN und die SSF müssen über einen C-SAP verfügen, der dem CCP Zugriff auf die Spektrumserkennungsergebnisse gibt.

6 Parameter für die Bewertung der Koexistenz

6.1 Allgemeines

Zur Beschreibung und Bewertung des Verhaltens von Medienzugriffsmechanismen und der Leistung der gesamten Kommunikation einer Funklösung werden charakteristische Parameter verwendet. In der Vergangenheit stammten die meisten Definitionen aus dem Anwendungsgebiet von Ethernet, Internet oder Telekommunikation und waren nicht für das Anwendungsgebiet der industriellen Automatisierung geeignet (z. B. in DIN EN 61491, DIN EN 61209). In diesem Abschnitt werden charakteristische Parameter zur Bewertung von Funkkommunikationssystemen vorgeschlagen, insbesondere für Medienzugriffsmechanismen bezogen auf industrielle Automatisierungsanwendungen. Die Parameter können unterteilt werden in die Beschreibung des Zeit- und Fehlerverhaltens und in Messgrößen für alle Arten von Spektrumseffizienz.

Die Bewertung der Koexistenz könnte mit den in Tabelle 1 aufgeführten Parametern ermöglicht werden.

Tabelle 1 – Liste der Parameter für die Bewertung der Koexistenz

Parametername	Symbol	Einheit	Datentyp	Wertebereich	Standardwert
Übertragungszeit	$t_{T\tau}$	s	double	0...100	
Aktualisierungszeit	$t_{U\tau}$	s	double	0...100	
Antwortzeit	$t_{R\tau}$	s	double	0...100	
Datendurchsatz	T_D	bit/s	double	0...100	
Nachrichtenverlustrate	MLR	%	double	0...100	
Anzahl der aufeinanderfolgenden Nachrichtenverluste	N_{SML}	.	integer	0...100	

6.2 Übertragungszeit

Die Übertragungszeit ist der Zeitabschnitt vom Beginn der Übergabe des ersten Nutzdatenbytes eines Pakets an die Kommunikationsschnittstelle eines Erzeugers bis zur Übergabe des letzten Nutzdatenbytes desselben Pakets an der Kommunikationsschnittstelle eines Verbrauchers.

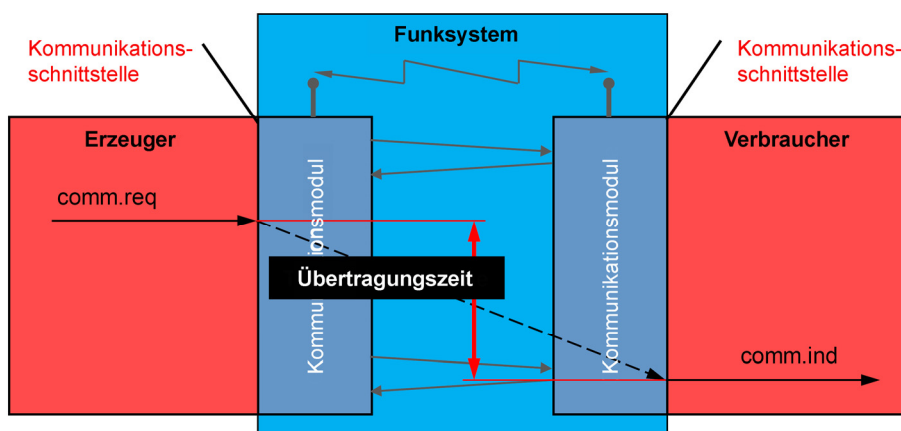


Bild 9 – Übertragungszeit

6.3 Aktualisierungszeit

Die Aktualisierungszeit ist der Zeitabschnitt von der Übergabe des letzten Nutzdatenbytes des Pakets eines Erzeugers von der Kommunikationsschnittstelle eines Verbrauchers an die Automatisierungsanwendung bis zur Übergabe des letzten Nutzdatenbytes des folgenden Pakets vom gleichen Erzeuger.

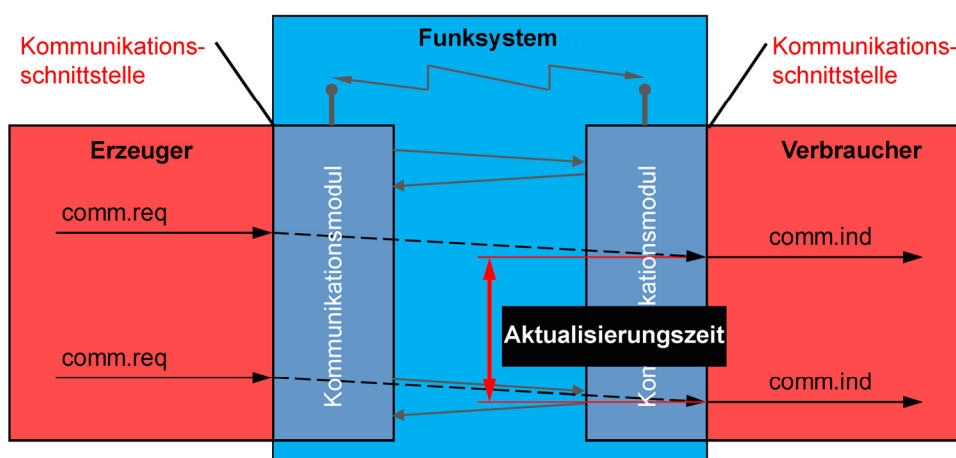


Bild 10 – Aktualisierungszeit

6.4 Antwortzeit

Die Antwortzeit ist der Zeitabschnitt zwischen dem Moment der Übergabe des ersten Nutzdatenbits oder -bytes eines Pakets an die Kommunikationsschnittstelle eines Client und dem Moment der Übergabe des letzten Bits oder Bytes des Bestätigungspakets, welches der Anforderung zugeordnet werden kann, an die Kommunikationsschnittstelle desselben Clients. Die Antwortzeit ist abhängig von den Übertragungszeiten zwischen Client und Server sowie von der Reaktionszeit des Servers. Siehe Gleichung (6).

$$t_{RT} = t_{TTCIServ} + t_{Serv} + t_{TTServCl} \quad (6)$$

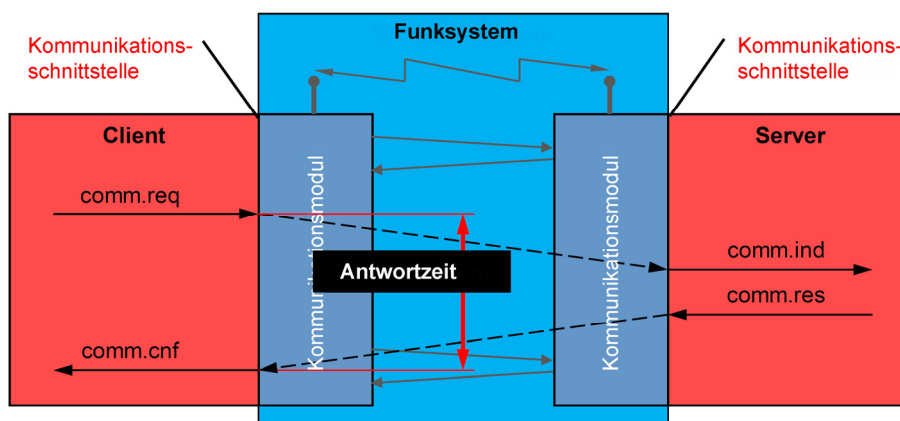


Bild 11 – Antwortzeit

6.5 Nachrichtenverlustrate

Die Nachrichtenverlustrate gibt Aufschluss darüber, wie viele der Pakete, die innerhalb des Erzeugers von der Anwendung an die Kommunikationsschnittstelle übergeben werden, innerhalb des Verbrauchers von der Kommunikationsschnittstelle an die Anwendung übergeben werden.

Die Nachrichtenverlustrate wird wie folgt ermittelt:

$$MLR = \frac{N_t - N_r}{N_t} \quad (7)$$

Dabei ist:

- N_t die Anzahl der gesendeten Pakete;
- N_r die Anzahl der regulär empfangenen Pakete ohne Fehler.

7 Parameter für die Steuerung der Koexistenz

7.1 Allgemeines

Die Werte der Merkmale werden durch verschiedene Parameter beeinflusst. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Parameter und ihre Werte zu steuern und zu verwalten. Die erste Gruppe von Einflussparametern bezieht sich auf die Anwendung. Hierzu gehört zum Beispiel die Kommunikationslast. Eine weitere Gruppe von Einflussparametern bezieht sich auf die Funkgeräte, z. B. das Frequenzband oder die Sendeleistung. In den folgenden Unterabschnitten (7.2 und 7.3) werden die relevanten Einflussparameter für die Verwaltung und Steuerung der Mediennutzung und Koexistenz aufgelistet und erklärt.

7.2 Anwendungsparameter

7.2.1 Allgemeines

Der CCP könnte die in Tabelle 2 angegebenen Anwendungsparameter für die Steuerung der Koexistenz steuern.

Tabelle 2 – Liste der Anwendungsparameter für die Steuerung der Koexistenz

Parametername	Symbol	Einheit	Datentyp	Beschreibung
Kommunikationslast	A_{CL}	%	double	Kommunikationslast je Kommunikationsverbindung
Initiierung der Datenübertragung	A_{IDT}	-	char	Art der Initiierung der Datenübertragung für jedes Automatisierungsgerät der Kommunikationsverbindung
Nutzdatenlänge je Sendezeitabstand	A_{LUD}	Byte	unsigned integer	Länge der Nutzdaten für jedes Automatisierungsgerät der Kommunikationsverbindung
Sendezeitabstand	A_{TI}	s	unsigned integer	Sendezeitabstand für jedes Automatisierungsgerät der Kommunikationsverbindung

7.2.2 Kommunikationslast

Die tatsächliche Mediennutzung hängt von der angewendeten Funklösung und der Kommunikationslast der Automatisierungsanwendung ab. Die Kommunikationslast beschreibt die Anforderung der Automatisierungsanwendung, in einem bestimmten Zeitraum eine bestimmte Menge an Nutzdaten zu übertragen. Die Kommunikationslast wird als Verhältnis zwischen der Nutzdatenlänge und dem Sendezeitabstand angegeben. Der CCP könnte die Kommunikationslast über die Einflussparameter Nutzdatenlänge, Initiierung der Datenübertragung und Sendezeitabstand steuern.

7.2.3 Nutzdatenlänge

Die Nutzdatenlänge ist die Anzahl von Bytes, die von der Anwendung an den Kommunikationsprotokollstapel übertragen werden. Der CCP könnte die Nutzdatenlänge steuern, um Einfluss auf die Kommunikationslast zu nehmen, und könnte zur zeitlichen Trennung der Funkkommunikationssysteme beitragen. Auf diese Weise könnte jede Kommunikationsverbindung durch die Nutzdatenlänge gesteuert werden.

7.2.4 Initiierung der Datenübertragung

Die Initiierung der Datenübertragung beeinflusst die Kommunikationslast und kann zu einer zeitlichen Trennung der Funkkommunikationssysteme beitragen. Der CCP könnte die Initiierung des Datenübertragungstyps steuern und so die Kommunikationslast beeinflussen. Auf diese Weise könnte der CCP jede Kommunikationsverbindung durch die Initiierung der Datenübertragung steuern.

Die folgenden Initiierungen von Datenübertragungskonfigurationen sind möglich:

- periodisch;
- aperiodisch;
- stochastisch.

7.2.5 Sendezeitabstand

Der Sendezeitabstand beeinflusst die Kommunikationslast und kann zur zeitweiligen Trennung beitragen. Der CCP könnte den Sendezeitabstand steuern, um Einfluss auf die Kommunikationslast zu nehmen, und könnte zur zeitweiligen Trennung von Funkkommunikationssystemen beitragen. Auf diese Weise könnte der CCP den Sendezeitabstand für jede Kommunikationsverbindung steuern.

7.3 Funkparameter

7.3.1 Allgemeines

Der CCP könnte die in Tabelle 3 angegebenen Funkparameter zur Steuerung der Koexistenz steuern.

Tabelle 3 – Liste der Funkparameter zur Steuerung der Koexistenz

Parametername	Symbol	Einheit	Datentyp	Beschreibung
Frequenzband				
Zuweisungs-ID	-	-	char	Anzeige des zugewiesenen Frequenzbandes
Untere Grenzfrequenz	f_{BL}	Hz	unsigned integer	Untere Grenzfrequenz des Frequenzbandes
Obere Grenzfrequenz	f_{BU}	Hz	unsigned integer	Obere Grenzfrequenz des Frequenzbandes
Frequenzkanal				
Mittenfrequenz Bandbreite	f_C BW	Hz	unsigned int.	Mittenfrequenz des Frequenzkanals
		Hz	unsigned int.	Bandbreite des Frequenzkanals
Untere Grenzfrequenz Obere Grenzfrequenz	f_{CL} f_{CU}	Hz Hz	unsigned int. unsigned int.	Untere Grenzfrequenz des Frequenzkanals Obere Grenzfrequenz des Frequenzkanals
Funkkanal	Ch		integer	Funkkanalnummer oder Identifikation des Frequenzkanals
Spektrale Leistungsdichte	PSD	dBm/Hz	unsigned int.	PSD des Frequenzkanals
Anzahl der Frequenzsprungkanäle	N	-	unsigned int.	Anzahl der Frequenzkanäle für Frequenzsprungverfahren
Verweilzeit	t_{dwell}	s	double	Zeitdauer der Frequenzsprünge
Mittenfrequenz des Betriebsfrequenzkanal s	f_c^{op}	Hz	double	Mittenfrequenz der Frequenzkanäle für den Betrieb
Mittenfrequenz unterdrückter Frequenzkanäle	f_c^{BL}	Hz	double	Mittenfrequenz von unterdrückten Frequenzkanälen
Sendeleistung				
Äquivalente isotrope Strahlungsleistung	EIRP	W	double	EIRP eines Funkgerätes
Äquivalente Strahlungsleistung	ERP	W	double	ERP eines Funkgerätes
Gesamte Sendeleistung	TRP	W	double	TRP eines Funkgerätes
Kanalbelegungszeit				
Betriebszyklus	DC	%	unsigned int.	Betriebszyklus je Kommunikationsverbindung
Sendesequenz	t_{seq}	s	double	Sendesequenz je Funkgerät
Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung	N_{RT}	-	unsigned int.	Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung je Funkgerät
Adaptive Verfahren	-	-	char	Adaptive Verfahren je Funksystem

7.3.2 Frequenzband

7.3.2.1 Allgemeines

Ein Frequenzband ist ein Segment des Frequenzspektrums, das durch Regulierungsbehörden einer oder mehreren Funkanwendungen zugeteilt ist. In den Regulierungen sind Merkmale der Funkanwendung sowie

Nutzungsbedingungen mithilfe von Zuweisungstabellen beschrieben. In Abhängigkeit von der Funktechnologie und der Implementierung eines Funkgerätetyps können ein oder mehrere Frequenzbänder während der Konfiguration ausgewählt werden. Es gibt darüber hinaus auch die Möglichkeit, die Auswahl eines Frequenzbands während des Betriebs zu ändern. Die ausgewählten oder tatsächlich genutzten Frequenzbänder stellen einen Teil der Grundparameter eines Koexistenzmanagements dar.

7.3.2.2 Zuweisung

Das zugewiesene Frequenzband kann zu einer Trennung der Funkkommunikationssysteme beitragen. Der CCP könnte die Zuweisung des Frequenzbands steuern. Auf diese Weise könnte der CCP die Zuweisung für jedes CCP-verwaltete Funkkommunikationssystem steuern. Die Zuweisung oder die Anzahl der konfigurierbaren oder tatsächlich genutzten Frequenzbänder stellt einen Teil der Grundparameter einer Koexistenzsteuerung dar.

7.3.2.3 Grenzfrequenzen

Grundsätzlich gibt es zwei Grenzfrequenzen. Die obere Grenzfrequenz ist die höchste maßgebliche Frequenz des zugewiesenen Frequenzbandes. Die untere Grenzfrequenz ist die niedrigste maßgebliche Frequenz des zugewiesenen Frequenzbandes. Die Grenzfrequenzen stellen einen Teil der Grundparameter einer Koexistenzsteuerung dar. Die Vorschriftendatenbank könnte Werte für die untere Grenzfrequenz und die obere Grenzfrequenz des zugewiesenen Frequenzbandes enthalten.

7.3.3 Frequenzkanal

7.3.3.1 Allgemeines

Ein Frequenzband kann in Frequenzkanäle aufgeteilt sein. Die Anzahl der Kanäle im Frequenzband, die Bandbreite und die Kanaltrennung sind in Funkspezifikationen oder -normen festgelegt. In Abhängigkeit von der Funktechnologie und der Implementierung eines Funkgerätetyps können ein oder mehrere Frequenzkanäle während der Konfiguration ausgewählt werden. Es gibt darüber hinaus auch die Möglichkeit, die Auswahl eines Frequenzkanals während des Betriebs zu ändern. Die sogenannten Frequenzsprungsysteme nutzen per Definition mehr als einen Frequenzkanal. Die Anzahl der ausgewählten oder tatsächlich genutzten Frequenzkanäle stellt einen Teil der Grundparameter eines Koexistenzmanagements dar.

7.3.3.2 Mittenfrequenz

Die Mittenfrequenz gibt die Lage eines Frequenzkanals innerhalb des Frequenzbands an. Die Mittenfrequenz muss anhand der entsprechenden Grenzfrequenzen berechnet werden. Die Mittenfrequenz ist das geometrische Mittel aus der unteren Grenzfrequenz und der oberen Grenzfrequenz. Der CCP könnte die Mittenfrequenz steuern, um Funkkommunikationssysteme zeitlich zu trennen. Auf diese Weise könnte der CCP die Mittenfrequenz für jedes Funkkommunikationssystem steuern.

7.3.3.3 Bandbreite

Die Bandbreite ist der Frequenzbereich, den ein modulierte Trägersignal einnimmt. Vom Standpunkt des Koexistenzmanagements aus gibt die Bandbreite die Ausnutzung des Frequenzspektrums durch die Funksysteme an. Der CCP könnte die Bandbreite steuern, um Funkkommunikationssysteme zeitlich zu trennen. Auf diese Weise könnte der CCP die Bandbreite für jedes Funkkommunikationssystem steuern.

7.3.3.4 Grenzfrequenz

Grundsätzlich gibt es zwei Grenzfrequenzen. Die obere Grenzfrequenz ist die höchste maßgebliche Frequenz des Frequenzkanals. Die untere Grenzfrequenz ist die niedrigste maßgebliche Frequenz des Frequenzkanals. Die Grenzfrequenzen bestimmen die Bandbreite eines Funkkommunikationssystems und damit die Mediennutzung im Frequenzbereich. Der CCP kann die Grenzfrequenzen nutzen, um Störungen zu berücksichtigen.

7.3.3.5 Funkkanal

Einige Funknormen definieren Funkkanäle in Bezug auf die Mittenfrequenz und Bandbreite. Die Kanalnummer gibt die Mittenfrequenz und somit die Lage eines Funkkanals innerhalb des Frequenzbands an. Der CCP könnte den Funkkanal steuern, um Funkkommunikationssysteme zeitlich zu trennen. Auf diese Weise könnte der CCP den Funkkanal für jedes Funkkommunikationssystem steuern.

7.3.3.6 Spektrale Leistungsdichte

Die spektrale Leistungsdichte (PSD) beschreibt, wie die Leistung eines Signals über die Frequenz verteilt wird. Die PSD liefert ein umfassendes Bild der Signalleistung im Frequenzspektrum für das Koexistenzmanagement. Dieser Parameter muss in der Einheit „dBm/100 kHz“ über dem vorgesehenen Frequenzbereich angegeben werden. Der CCP kann die PSD nutzen, um Störungen zu berücksichtigen.

7.3.3.7 Frequenzsprungverfahren

Das Frequenzsprungverfahren muss die Folge der Frequenzkanäle und die Zeitdauer (Verweilzeit) der Frequenzsprünge enthalten. Der CCP könnte das Frequenzsprungverfahren für Funkkommunikationssysteme mit einem Frequenzsprungmechanismus steuern. Hierzu stellt der CCP die Verweilzeit und die Frequenzkanäle für den Betrieb sowie unterdrückte Frequenzkanäle ein, um Funkkommunikationssysteme zeitlich zu trennen.

7.3.4 Ausgangsleistung des Senders

7.3.4.1 Allgemeines

Der Parameter „Ausgangsleistung des Senders“ gibt den Übertragungsbereich und die Strahlungsleistung an. Er kann konstant oder konfigurierbar sein. Die Ausgangsleistung des Senders verringert um die Verluste zwischen dem Senderausgang und der Antenne entspricht der gesamten Strahlungsleistung. Die Ausgangsleistung des Senders kann durch die äquivalente isotrope Strahlungsleistung, die äquivalente Strahlungsleistung oder die gesamte Strahlungsleistung ausgedrückt werden.

Der CCP könnte die Ausgangsleistung des Senders steuern, um Funkkommunikationssysteme räumlich zu trennen und um das Funkspektrum effizient zu nutzen. Auf diese Weise könnte der CCP die Sendeleistung für jedes Funkkommunikationssystem steuern.

7.3.4.2 Äquivalente isotrope Strahlungsleistung

Die äquivalente isotrope Strahlungsleistung (EIRP) ist das Produkt aus der in die Antenne eingespeisten Leistung (gesamte Strahlungsleistung) und dem Antennengewinn (G_i) bezogen auf eine isotrope Antenne in einer vorgegebenen Richtung (absoluter oder isotroper Gewinn). Die EIRP ist einer der Grundparameter für die Bewertung des Leistungspegels an einem bestimmten Standort.

7.3.4.3 Äquivalente Strahlungsleistung

Die äquivalente Strahlungsleistung (en: equivalent radiated power; ERP) ist das Produkt aus der in die Antenne eingespeisten Leistung (gesamte Strahlungsleistung) und ihrem Gewinn bezogen auf einen Halbwellendipol in einer vorgegebenen Richtung.

7.3.4.4 Gesamte Strahlungsleistung

Die gesamte Strahlungsleistung (TRP) ist die in eine Antenne eingespeiste Leistung verringert um die Antennenverluste. Die TRP ist meist in kürzlich erschienenen Normen festgelegt. Sie kann mit einem dreidimensionalen Drehtisch gemessen werden, der die Integration der räumlichen Leistungsdichte über 360° ermöglicht.

7.3.5 Kanalbelegungszeit

7.3.5.1 Allgemeines

Die Kanalbelegungszeit ist die Gesamtzeit, in der ein Funkgerät auf einem festgelegten Kanal sendet, ohne die Verfügbarkeit dieses Kanals neu zu bewerten.

Der CCP könnte die Kanalbelegungszeit steuern, um Funkkommunikationssysteme zeitlich zu trennen und um das Funkspektrum effizient zu nutzen. Auf diese Weise könnte der CCP die Kanalbelegungszeit für jede Funkkommunikationsverbindung steuern. Der CCP könnte die Verweilzeit, den Betriebszyklus und die Sendesequenz steuern.

7.3.5.2 Betriebszyklus

Der Betriebszyklus ist das Verhältnis der Sendesequenz bezogen auf eine gegebene Beobachtungszeit für den benutzten Funkkanal. Die Beobachtungszeit muss das Zehnfache des Sendezeitabstands der Automatisierungsanwendung betragen. Der Sendezeitabstand ist dabei die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Übertragungen von Nutzdaten von der Automatisierungsanwendung. Der Betriebszyklus ist der Hauptparameter für die Bewertung der Mediennutzung im Zeitbereich.

Der CCP könnte den Betriebszyklus steuern und die Beobachtungsdauer mittels Funkkommunikationsverbindung einstellen.

7.3.5.3 Sendesequenz

Die Sendesequenz ist die Dauer, für die ein Sender einen Frequenzkanal nutzt, ohne von einem Funkgerät desselben Netzes unterbrochen werden zu können. Der CCP könnte die maximale Sendesequenz für jedes Funkgerät steuern.

7.3.6 Maximale Anzahl von Wiederholungen der Übertragung

Dieser Parameter beschreibt, wie oft Nutzdaten aufgrund von Übertragungsfehlern automatisch wiederholt vom Kommunikationsstapel übertragen werden. Es besteht die Möglichkeit, dass die Wiederholung der Übertragung von unterschiedlichen Protokollschichten initiiert wird. Deshalb muss für jede zutreffende Schicht jedes Funkgerätes die Höchstzahl von Wiederholungen der Übertragung festgelegt werden.

7.3.7 Adaptive Verfahren

Adaptive Verfahren können für die Änderung eines oder mehrerer Betriebsparameter des Systems benutzt werden mit dem Ziel, die Widerstandsfähigkeit des Systems gegenüber Störungen zu verbessern und die Mediennutzung zu verringern. Adaptive Kommunikationsverfahren nutzen möglicherweise automatische Rückmeldeinformationen, die von einem System selbst oder von Signalen, die durch ein System übertragen werden, erhalten werden, um die Betriebsparameter des Systems dynamisch anzupassen.

Der CCP könnte die adaptiven Verfahren für jedes Funkkommunikationssystem folgendermaßen steuern:

- Koexistenzmanager: ein zentrales Systemelement steuert die Mediennutzung;
- Feststellung und Vermeidung bereits benutzter Frequenzen (DAA): Kanalwechsel, wenn ein Kanal belegt ist (z. B. AFH);
- Feststellung und Unterdrückung von Störungen (DAS): keine Übertragung, wenn der Kanal belegt ist (z. B. Listen Before Talk);
- Feststellung und Minderung von Störungen (DAR): Verringerung der Ausgangsleistung, wenn der Kanal belegt ist.

8 Management- und Steuerdienste

8.1 Allgemeines

Der am SAP festgelegte Primitivname besteht aus drei Feldern – SAP, Dienst und Betrieb:

SAP

- C - SAP der Steuerungsebene
- M - SAP der Managementebene

Dienste

- Verwaltung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung
- Funkkommunikationssystem und Geräteteilnahme
- Funkkommunikationssystem und Gerätekonfiguration
- Medienressourcenmanagement
- Datenbankdienst

Betrieb

- REQ – Anforderung
- RSP – Antwort auf die REQ-Nachricht
- CONF – Bestätigung
- IND – Ereignisbenachrichtigung

Der CCP, die CCP-verwalteten Funksysteme und -geräte, der SSN und die Datenbank können diese Primitive entsprechend des für M-SAP und C-SAP festgelegten Funktionsverhaltens senden.

- Ein Dienstprimitiv vom Typ REQ wird immer dann verwendet, wenn eine Antwort auf das Primitiv angefordert wird. Eine REQ-Nachricht ist im Allgemeinen einer REQ am C-SAP/M-SAP zugeordnet.
- Ein Dienstprimitiv vom Typ RSP wird als Antwort auf ein REQ-Primitiv verwendet. Eine RSP-Nachricht ist außerdem im Allgemeinen einer RSP am C-SAP/M-SAP zugeordnet.
- Ein Dienstprimitiv vom Typ IND wird am C-SAP oder M-SAP für Ereignisbenachrichtigungen verwendet, wenn keine Antwort auf dieses Primitiv angefordert wird und wenn das Primitiv nicht als Antwort auf ein REQ-Primitiv gesendet wird.

Die spezielle Nutzung dieser Betriebsarten für die jeweiligen Steuer- und Managementfunktionen wird in den folgenden Unterabschnitten (8.2.1 bis 8.2.5) festgelegt.

8.2 Management- und Steuerdienste

8.2.1 Dienste zur Verwaltung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung

8.2.1.1 Unterstützte Dienste

Dieser Unterabschnitt 8.2.1 definiert spezifische Dienste für diesen Dienst zur Verwaltung der Kommunikationsanforderungen der Anwendung (ACRM). Die für diesen ACRM-Dienst definierten Dienste sind:

- GetGeneralPlantCharacteristic
- SetGeneralPlantCharacteristic
- GetApplicationCommunicationRequirements

8.2.1.2 GetGeneralPlantCharacteristic

8.2.1.2.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst GetGeneralPlantCharacteristic ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Der CCP sendet den GetGeneralPlantCharacteristic-Dienstanforderungsversuch an die Datenbank. Der Primitivfluss des Dienstes GetGeneralPlantCharacteristic ist in Bild 12 dargestellt.

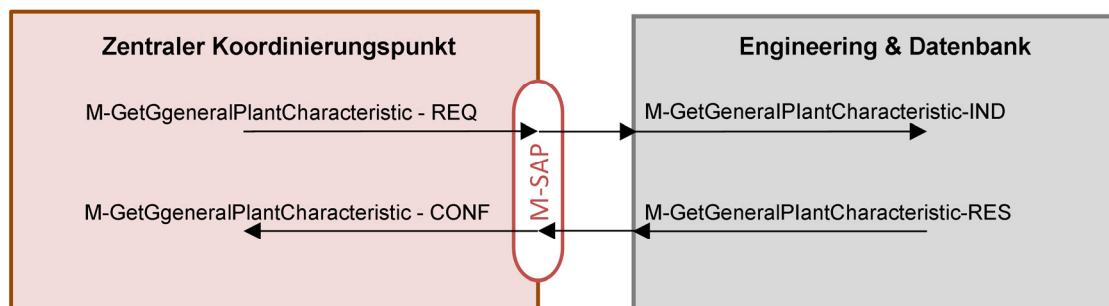


Bild 12 – Primitivfluss von GetGeneralPlantCharacteristic

8.2.1.2.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst GetGeneralPlantCharacteristic sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4 – Parameter des Dienstes GetGeneralPlantCharacteristic

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Ergebnis (+)				
IP-Adresse des CCP			M	M(=)
Attributdaten			M	M(=)
Eigenschaften des Betriebsbereichs			M	M(=)
Räumliche Ausdehnung der Anlage			M	M(=)
Einschränkungen durch Anrainer der Anlage			M	M(=)
Natürliche Umgebungsbedingung			M	M(=)
ISM-Anwendung			M	M(=)
Frequenzkanal			M	M(=)
Regionale Funkvorschriften			M	M(=)
Planung der zukünftigen Erweiterung			M	M(=)
Ergebnis (-)				
Dienststatus			M	M(=)

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

IP-Adresse des CCP

Dieser Parameter gibt die IP-Adresse des angeforderten CCP an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Attributdaten

Dieser Parameter sendet einen Informationsfluss zurück, der alle Attribute enthält.

Ergebnis (-)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung fehlgeschlagen ist.

Dienststatus

Dieser Parameter liefert Informationen zum Ergebnis der Durchführung des Dienstes. Er muss entweder SUCCESS, ABORTED oder TIMEOUT lauten.

8.2.1.2.3 Dienstablauf

Die GetGeneralPlantCharacteristic-Anforderung muss eine Nachricht an die Datenbank senden, die die vom Engineering zur Verfügung gestellten allgemeinen Anlageneigenschaften enthält. Wenn die Nachricht das Zielgerät (Datenbank) erreicht, muss die GetGeneralPlantCharacteristic-Anzeige in der Datenbank ausgelöst werden. Die Datenbank wiederum muss die Nachricht an das jeweilige Zielobjekt weiterleiten. Wenn das Objekt antwortet, muss die Datenbank die Antwort mittels des GetGeneralPlantCharacteristic-Antwortprimitivs weiterleiten. Wenn die Antwort den CCP erreicht, von dem die Anforderung ausging, muss eine GetGeneralPlantCharacteristic-Bestätigung an das Anwendungsobjekt zurückgesendet werden, welches die Anforderung gesendet hatte und die angeforderten Attribute für die Anlageneigenschaften zur Verfügung stellt.

8.2.1.3 SetGeneralPlantCharacteristic

8.2.1.3.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst SetGeneralPlantCharacteristic ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Über die Anwenderschnittstelle sendet der Anwender eine SetGeneralPlantCharacteristic-Dienstanforderung an den CCP. Der Primitivfluss des Dienstes SetGeneralPlantCharacteristic ist in Bild 13 dargestellt.

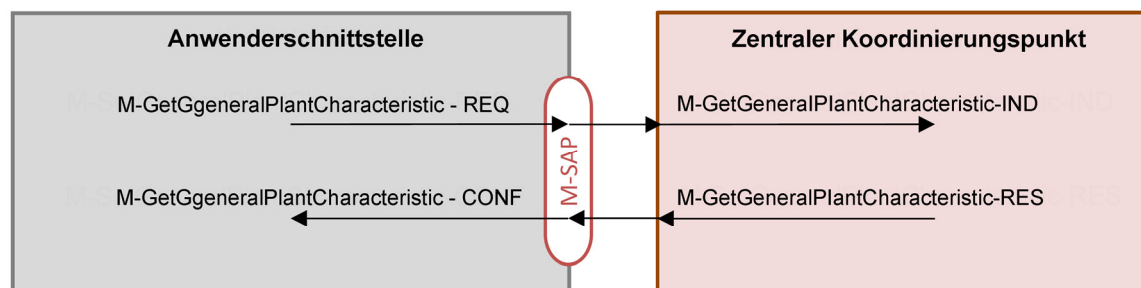


Bild 13 – Primitivfluss von SetGeneralPlantCharacteristic

8.2.1.3.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst SetGeneralPlantCharacteristic sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5 – Parameter des Dienstes SetGeneralPlantCharacteristic

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Attributdaten	M	M (=)		
Eigenschaften des Betriebsbereichs			M	M(=)
Räumliche Ausdehnung der Anlage			M	M(=)
Einschränkungen durch Anrainer der Anlage			M	M(=)
Natürliche Umgebungsbedingung			M	M(=)
ISM-Anwendung			M	M(=)
Frequenzkanal			M	M(=)
Regionale Funkvorschriften			M	M(=)
Planung der zukünftigen Erweiterung			M	M(=)
Ergebnis (+)				
Ergebnis (-)				

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Attributdaten

Dieser Parameter sendet einen Informationsfluss zurück, der alle Attribute enthält.

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

Ergebnis (-)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung fehlgeschlagen ist.

8.2.1.3.3 Dienstablauf

Die SetGeneralPlantCharacteristic-Anforderung muss eine Nachricht an den CCP senden, der die vom Engineering zur Verfügung gestellten allgemeinen Anlageneigenschaften enthält. Wenn die Nachricht das Zielgerät (CCP) erreicht, muss die SetGeneralPlantCharacteristic-Anzeige am CCP ausgelöst werden. Der CCP wiederum muss die Nachricht an das jeweilige Zielobjekt weiterleiten. Wenn das Objekt antwortet, muss der CCP die Antwort mittels des SetGeneralPlantCharacteristic-Antwortprimitivs weiterleiten. Wenn die Antwort die Anwenderschnittstelle erreicht, von der die Anforderung ausging, muss eine SetGeneralPlantCharacteristic-Bestätigung an das Anwendungsobjekt zurückgesendet werden, welches die Anforderung gesendet hatte und die angeforderten Attribute für die Anlageneigenschaften zur Verfügung stellt.

8.2.1.4 GetApplicationCommunicationRequirement

8.2.1.4.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst GetApplicationCommunicationRequirement ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Der CCP sendet eine GetApplicationCommunicationRequirement-Dienstanforderung an die Automatisierungsanwendung. Der Primitivfluss des Dienstes GetApplicationCommunicationRequirement ist in Bild 14 dargestellt.

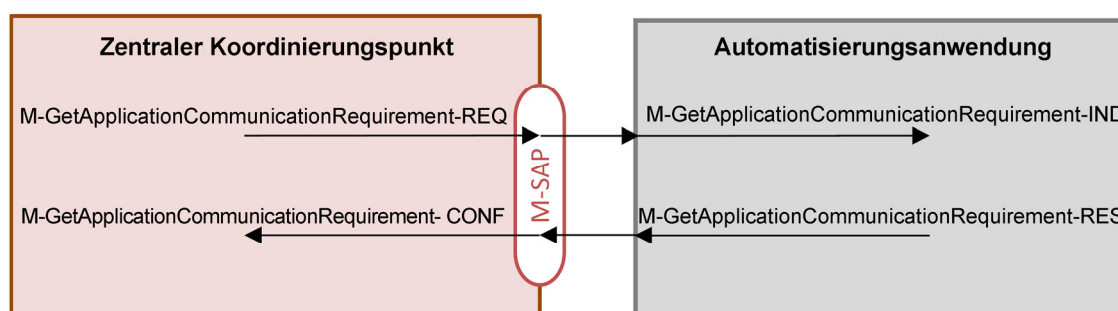


Bild 14 – Primitivfluss von GetApplicationCommunicationRequirements

8.2.1.4.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst GetApplicationCommunicationRequirements sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6 – Parameter des Dienstes GetApplicationCommunicationRequirements

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Kommunikationsverbindungs-ID	M	M (=)		
Ergebnis (+)				
IP-Adresse des CCP			M	M
Kommunikationsverbindungs-ID			M	M (=)
Leistungsparametertyp			M	M (=)
Leistungsparametertyp			M	M (=)
Schwellenwert des Leistungsparameters			M	M (=)
Ergebnis (-)				
Dienststatus			M	M(=)

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Leistungsparametertyp

Dieser Parameter gibt den Typ des angeforderten Funkgerätes an. Er ist im Anforderungsprimitiv enthalten.

- 0: Datendurchsatz
- 1: Übertragungszeit
- 2: Aktualisierungszeit
- 3: Antwortzeit
- 4: Paketverlustrate

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

IP-Adresse des CCP

Dieser Parameter gibt die IP-Adresse des angeforderten CCP an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Kommunikationsverbindungs-ID

Dieser Parameter gibt die Identifikation der Kommunikationsverbindung an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Leistungsparametertyp

Dieser Parameter gibt den Leistungsparametertyp in Bezug auf die Identifikation der Kommunikationsverbindung an:

- 0: Datendurchsatz
- 1: Übertragungszeit
- 2: Aktualisierungszeit
- 3: Antwortzeit
- 4: Paketverlustrate

Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Grenzwert des Leistungsparameters

Dieser Parameter gibt den Grenzwert für den Leistungsparameter an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Ergebnis (-)

Dienststatus

Dieser Parameter liefert Informationen zum Ergebnis der Durchführung des Dienstes. Er muss entweder SUCCESS, ABORTED oder TIMEOUT lauten.

8.2.1.4.3 Dienstablauf

Die GetApplicationCommunicationRequirements-Anforderung muss eine Nachricht an die Automatisierungsanwendung senden, die die angeforderte Kommunikationsverbindungs-ID enthält. Wenn die Nachricht das Zielgerät (Automatisierungsanwendung) erreicht, muss die GetApplicationCommunicationRequirements-Anzeige an der Automatisierungsanwendung ausgelöst werden. Die Automatisierungsanwendung wiederum muss die Nachricht an das jeweilige Zielobjekt (CCP) weiterleiten. Wenn das Objekt antwortet, muss die Automatisierungsanwendung die Antwort mittels des GetApplicationCommunicationRequirements-Antwortprimitivs weiterleiten. Wenn die Antwort die Anwenderschnittstelle erreicht, von der die Anforderung ausging, muss eine GetApplicationCommunicationRequirements-Bestätigung an das Anwendungsobjekt zurückgesendet werden, welches die Anforderung gesendet hatte und die angeforderten Attribute für die Anlageneigenschaften zur Verfügung stellt.

8.2.2 Kommunikationssystem- und Gerätemanagementdienst

8.2.2.1 Unterstützte Dienste

Dieser Unterabschnitt 8.2.2 definiert spezifische Dienste für diesen Kommunikationssystem- und Gerätemanagementdienst (CSDMS). Die für diesen CSDMS definierten Dienste sind:

- SubscribeDevice
- UnsubscribeDevice
- SubscribeSystem
- UnsubscribeSystem
- GetDeviceAttribute
- SetDeviceAttribute

8.2.2.2 SubscribeDevice

8.2.2.2.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst SubscribeDevice ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Das CWCD sendet die SubscribeDevice-Dienstanforderungsversuche an den CCP. Der Primitivfluss des Dienstes SubscribeDevice ist in Bild 15 dargestellt.

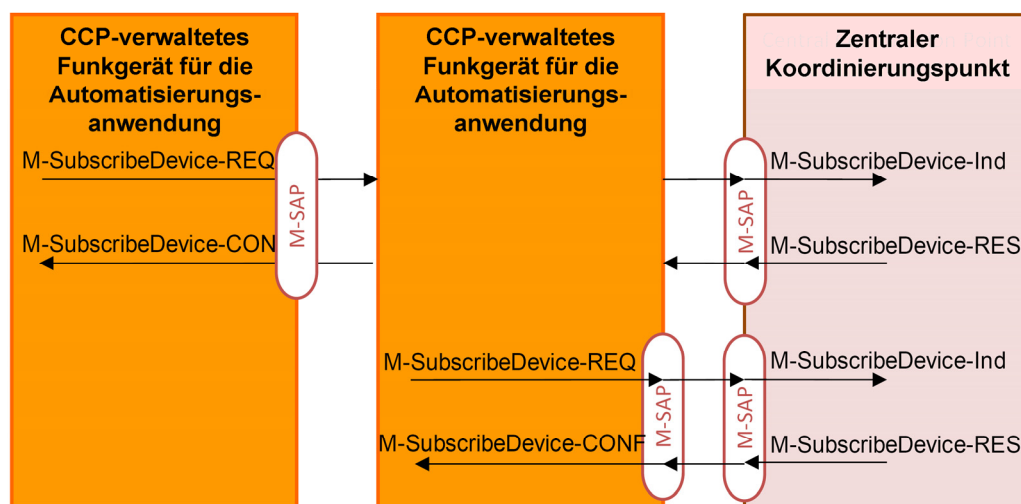


Bild 15 – Primitivfluss von SubscribeDevice

8.2.2.2.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst SubscribeDevice sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7 – Parameter des Dienstes SubscribeDevice

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Gerätetyp	M	M (=)		
Ergebnis (+)				
Geräte-ID			M	M (=)
Status			M	M (=)
Gerätetyp			M	M (=)
Aktive IP-Adresse			M	M
Ergebnis (-)				

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Gerätetyp

Dieser Parameter gibt den Typ des angeforderten Funkgerätes an. Er ist im Anforderungsprimitiv enthalten.

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

Geräte-ID

Dieser Parameter gibt die Identifikation des Funkgerätes an.

Status

Dieser Parameter gibt den Status des Funkgerätes wie folgt an.

- 0: keine Adresse
- 1: nicht konfiguriert
- 2: konfiguriert

Gerätetyp

Dieser Parameter gibt den Typ des Funkgerätes an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

IP-Adresse des Gerätes

Dieser Parameter gibt die IP-Adresse des angeforderten Funkgerätes an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.

Ergebnis (-)

Dienststatus

Dieser Parameter liefert Informationen zum Ergebnis der Durchführung des Dienstes. Er muss entweder SUCCESS, ABORTED oder TIMEOUT lauten.

8.2.2.2.3 Dienstablauf

Die SubscribeDevice-Anforderung muss eine Nachricht an den CCP senden. Wenn die Nachricht das Zielgerät (CCP) erreicht, muss eine SubscribeDevice-Anzeige am CCP ausgelöst werden. Der CCP wiederum muss die Nachricht an das jeweilige Zielobjekt weiterleiten. Wenn das Objekt antwortet, muss der CCP die Antwort mittels des SubscribeDevice-Antwortprimitivs weiterleiten. Wenn die Antwort das Gerät erreicht, von dem die Anforderung ausging, muss eine SubscribeDevice-Bestätigung an das Anwendungsobjekt zurückgesendet werden, welches die Anforderung gesendet hatte.

8.2.2.3 UnSubscribeDevice

8.2.2.3.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst UnSubscribeDevice ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Der CCP sendet die UnSubscribeDevice-Dienstanforderungsversuche an das CWCD.

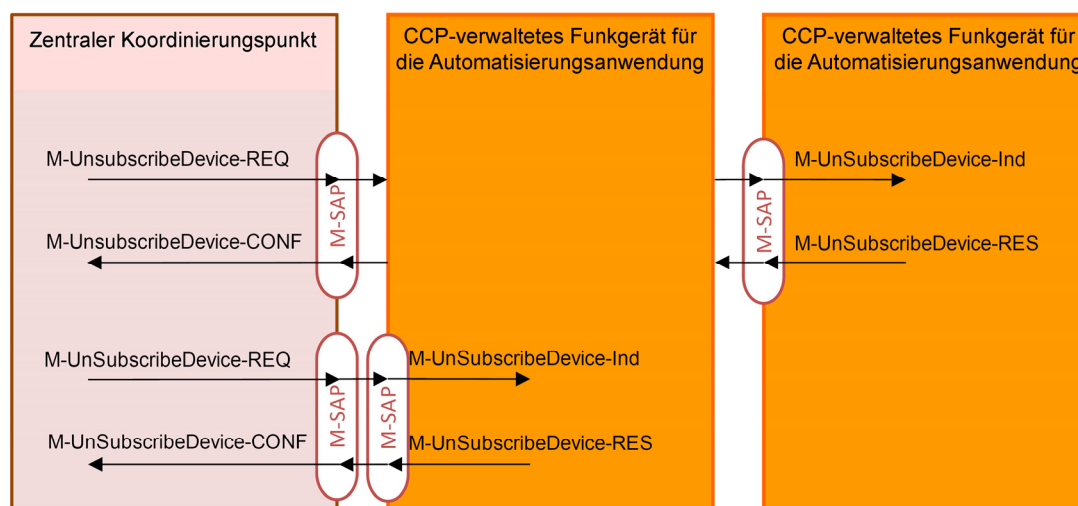


Bild 16 – Primitivfluss von UnsubscribeDevice

8.2.2.3.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst UnSubscribeDevice sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8 – Parameter des Dienstes UnSubscribeDevice

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Gerätetyp	M	M (=)		
Geräte-ID				
Ergebnis (+)				
Geräte-ID			M	M (=)
Status			M	M (=)
Aktive IP-Adresse			M	M (=)
Ergebnis (-)				
Dienststatus			M	M (=)

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Gerätetyp

Dieser Parameter gibt den Typ des Ziel-Funkgerätes an. Er ist im Anforderungsprimitiv enthalten.

Geräte-ID

Dieser Parameter gibt die Identifikation des Funkgerätes an.

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

Geräte-ID

Dieser Parameter gibt die Identifikation des Funkgerätes an.

Status

Dieser Parameter gibt den Abmeldestatus des Funkgerätes an.

Ergebnis (-)

Dienststatus

Dieser Parameter liefert Informationen zum Ergebnis der Durchführung des Dienstes. Er muss entweder SUCCESS, ABORTED oder TIMEOUT lauten.

8.2.2.3.3 Dienstablauf

Die UnSubscribeDevice-Anforderung muss eine Nachricht an das CWCD senden. Wenn die Nachricht das Zielgerät (CWCD) erreicht, muss eine UnSubscribeDevice-Anzeige am CWCD ausgelöst werden. Das CWCD wiederum muss die Nachricht an das jeweilige Zielobjekt weiterleiten. Wenn das Objekt antwortet, muss der CCP die Antwort mittels des UnSubscribeDevice-Antwortprimitivs weiterleiten. Wenn die Antwort das Gerät erreicht, von dem die Anforderung ausging, muss eine UnSubscribeDevice-Bestätigung an das Anwendungsobjekt zurückgesendet werden, welches die Anforderung gesendet hatte.

8.2.2.4 SubscribeSystem

8.2.2.4.1 Überblick über den Dienst

Der Dienst SubscribeSystem ist ein bestätigter Dienst, der den M-SAP nutzt. Das CWCS sendet die SubscribeSystem-Dienstanforderungsversuche an den CCP.

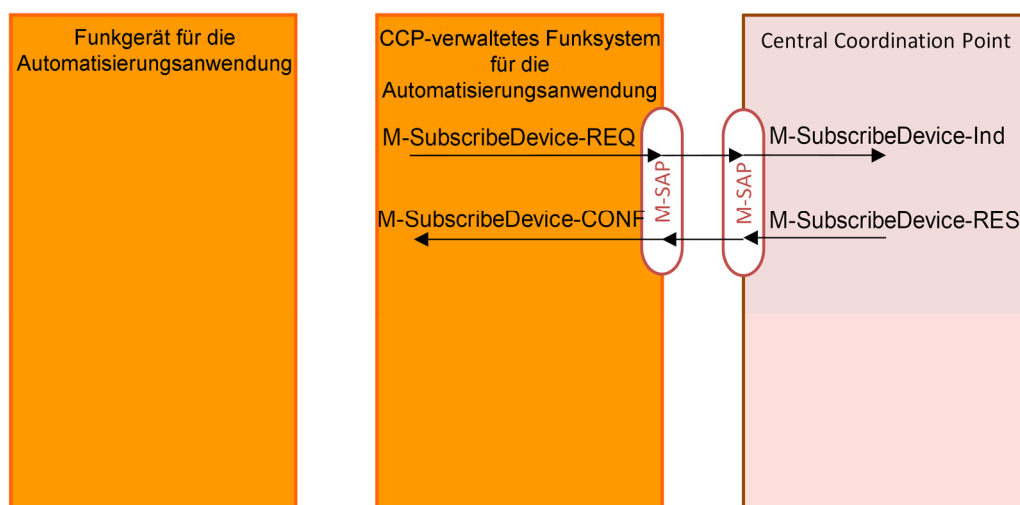


Bild 17 – Primitivfluss von SubscribeSystem

8.2.2.4.2 Dienstprimitive

Die Dienstparameter für den Dienst SubscribeSystem sind in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9 – Parameter des Dienstes SubscribeSystem

Parametername	Anforderung	Anzeige	Antwort	Bestätigung
Argument				
Ziel-IP-Adresse	M	M (=)		
Funksystemtyp	M	M (=)		
Ergebnis (+)				
Funksystem-ID			M	M (=)
Status			M	M (=)
Funksystemtyp			M	M (=)
IP-Adresse des Systems			M	M
Ergebnis (-)				

Argument

Das Argument enthält die Parameter der Dienstanforderung.

Ziel-IP-Adresse

Dieser Parameter gibt die Ziel-IP-Adresse an, an die die Dienstanforderung gesendet werden soll.

Funksystemtyp

Dieser Parameter gibt den Typ des angeforderten Funksystems an. Er ist im Anforderungsprimitiv enthalten.

Ergebnis (+)

Dieser Selektionstyp-Parameter gibt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich war.

Funksystem-ID

Dieser Parameter gibt die Identifikation des Funksystems an.

Status

Dieser Parameter gibt den Status des Funksystems wie folgt an.

- 0: keine Adresse
- 1: nicht konfiguriert
- 2: konfiguriert

Funksystemtyp

Dieser Parameter gibt den Typ des Funkgerätes an. Er ist im Antwortprimitiv enthalten.