

DIN EN 61158-1

ICS 35.160; 35.240.50

Einsprüche bis 2017-10-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61158-1:2015-02**Entwurf****Industrielle Kommunikationsnetze –
Feldbusse –****Teil 1: Überblick und Leitfaden zu den Normen der Reihe IEC 61158 und
IEC 61784****(IEC 65C/864A/CDV:2017);****Deutsche Fassung prEN 61158-1:2017**

Industrial communication networks –

Fieldbus specifications –

Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series

(IEC 65C/864A/CDV:2017);

German version prEN 61158-1:2017

Réseaux de communication industriels –

Spécifications des bus de terrain –

Partie 1: Présentation et lignes directrices des séries IEC 61158 et IEC 61784

(IEC 65C/864A/CDV:2017);

Version allemande prEN 61158-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-08-11 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

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 61158-1:2017 „Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 1: Überblick und Leitfaden zu den Normen der Reihe IEC 61158 und IEC 61784“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 65C/864A/CDV:2017 „Industrial communication networks – Fieldbus specifications – Part 1: Overview and guidance for the IEC 61158 and IEC 61784 series“ unverändert in den Entwurf prEN 61158-1:2017 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 86C „Fibre optic systems and active devices“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

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

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. ISO [und/oder] IEC sind 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61158-1:2015-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Im Dokument durchgängige Aktualisierung der Verweise auf die IEC 61158 Reihe, IEC 61784-1, IEC 61784-3, IEC 61784-5 Reihe und IEC 61918, sowie Informationen über diese;
- b) neuer Typ 25 und die entsprechende Profildfamilie CPF 20;
- c) neuer Typ 26 und die entsprechende Profildfamilie CPF 21.

Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 1: Überblick und Leitfaden zu den Normen der Reihe IEC 61158 und IEC 61784

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Begriffe und Abkürzungen	5
3.1	Begriffe	5
3.2	Abkürzungen	6
4	Leitfaden für Entwickler und Anwender	7
4.1	Hintergrund und Zweck	7
4.2	Unterstützte Auswahlmöglichkeiten	7
4.3	Nutzen eines einheitlichen formalen Stils	8
5	Konzept der Normenreihe IEC 61158	8
6	Abbildung auf das OSI-Basis-Referenzmodell	10
6.1	Übersicht	10
6.2	Physical-Layer-Dienst und -Protokoll	11
6.3	Data-Link-Layer-Dienst	12
6.4	Data-Link-Layer-Protokoll	13
6.5	Application-Layer-Dienst	13
6.6	Application-Layer-Protokoll	14
7	Struktur der Normenreihen IEC 61158 und IEC 61784	15
7.1	Der Physical Layer nach IEC 61158	15
7.2	Der Data Link Layer nach IEC 61158	15
7.3	Der Application Layer nach IEC 61158	15
7.4	Feldbus-Profile nach IEC 61784-1 und IEC 61784-2	16
7.5	Funktional sichere Kommunikationsprofile nach IEC 61784-3	20
7.5.1	Allgemeines	20
7.5.2	Allgemeine Konzepte und technologiespezifische Profile	21
7.5.3	Prüfleitfaden	22
7.6	Installationsprofile nach IEC 61784-5	22
7.7	Kommunikationsprofile für Funkkommunikationsnetzwerke	24
8	Kurze Zusammenfassung der Eigenschaften von Diensten und Protokollen für jeden Typ von Feldbus	25
8.1	Zusammenfassung der Eigenschaften der Dienste und Protokolle des Physical Layers	25
8.1.1	Typ 1: Medium	25
8.1.2	Typ 2: Koaxialkabel und optische Medien	25
8.1.3	Typ 3: Verdrillte Leitungspaare und optische Medien	25
8.1.4	Typ 4: Kabelmedium	26

	Seite
8.1.5 Typ 5: Kabel und optische Medien	26
8.1.6 Typ 6: zurückgezogen	26
8.1.7 Typ 7: Kabel und optische Medien	26
8.1.8 Typ 8: Verdrillte Leitungspaare und optische Medien	26
8.1.9 Typ 9: Kabel und optische Medien	26
8.1.10 Typ 10: Kabel, optische Medien und Funk	26
8.1.11 Typ 11: Kabel und optische Medien	26
8.1.12 Typ 12: Kabel und optische Medien	26
8.1.13 Typ 13: Kabel und optische Medien	26
8.1.14 Typ 14: Kabel und optische Medien	26
8.1.15 Typ 15: Kabel und optische Medien	27
8.1.16 Typ 16: Optische Medien	27
8.1.17 Typ 17: Kabel und optische Medien	27
8.1.18 Typ-18-Medien	27
8.1.19 Typ 19: Kabel und optische Medien	27
8.1.20 Typ 20	27
8.1.21 Typ 21: Kabel und optische Medien	27
8.1.22 Typ 22: Kabel und optische Medien	27
8.1.23 Typ 23: Kabel und optische Medien	27
8.1.24 Typ 24: Verdrillte Leitungspaare	27
8.1.25 Typ 25:	27
8.1.26 Typ 26: Kabel und optische Medien	27
8.2 Zusammenfassung der Eigenschaften des Data-Link-Layer-Dienstes	27
8.3 Zusammenfassung der Eigenschaften des Data-Link-Layer-Protokolls	29
8.4 Zusammenfassung der Eigenschaften der Application-Layer-Dienste	31
8.5 Zusammenfassung der Eigenschaften der Application-Layer-Protokolle	32
9 Application Layer – Beschreibung der Dienste – Prinzipien	35
9.1 Übersicht	35
9.2 Beziehungen in der Architektur	35
9.2.1 Beziehung zum Application Layer des OSI-Basisreferenzmodells	35
9.2.2 Beziehungen zu anderen Feldbusinstanzen	36
9.3 Struktur des Feldbus Application Layers	37
9.3.1 Übersicht	37
9.3.2 Grundprinzipien	37
9.3.3 Feldbusanwendungsprozesse	38
9.3.4 Anwendungsprozessobjekt	42
9.3.5 Anwendungsinstanzen	44
9.3.6 Feldbusanwendungsdienstelemente	44

	Seite
9.3.7 Anwendungsbeziehungen.....	47
9.4 Benennung und Adressierung des Feldbus Application Layer	50
9.4.1 Allgemeines.....	50
9.4.2 Identifizierung von Objekten, auf die über den FAL zugegriffen wird	50
9.4.3 Adressierung von APs, auf die über den FAL zugegriffen wird	50
9.5 Zusammenfassung der Architektur	50
9.6 Fiktive FAL-Dienstabläufe	51
9.6.1 Fiktive FAL-Abläufe bei bestätigten Diensten	51
9.6.2 Fiktive FAL-Abläufe bei unbestätigten Diensten	52
9.7 Gemeinsame FAL-Attribute.....	52
9.8 Gemeinsame FAL-Dienstparameter	53
9.9 APDU-Größe	54
10 Datentyp-ASE.....	54
10.1 Übersicht	54
10.1.1 Allgemeines.....	54
10.1.2 Überblick über Elementartypen.....	55
10.1.3 Überblick über Typen mit fester Länge	56
10.1.4 Überblick über zusammengesetzte Typen.....	56
10.1.5 Festlegung von nutzerdefinierten Datentypen	56
10.1.6 Übertragung von Nutzerdaten.....	56
10.2 Formale Definition von Datentypobjekten	57
10.2.1 Datentypklasse.....	57
11 Feldbussystemanforderungen.....	59
11.1 Allgemeines.....	59
11.2 Industrielles Steuerungsnetzwerk	59
11.3 Kommunikation zwischen industriellen Steuerungsnetzwerken und anderen Netzwerken.....	60
11.4 Dienstqualitätseigenschaften eines industriellen Steuerungsnetzwerks	60
11.4.1 Allgemeines.....	60
11.4.2 Steuerungsdatentransfermechanismen	60
11.5 Besondere Anforderungen an Funknetzwerke	61
Annex A (informativ) Angabe der Handelsnamen.....	62
Annex B (informativ) Medienauswahl für Feldbussysteme	65
B.1 Allgemeines.....	65
B.2 Kabelgebundene Medien	65
B.3 Drahtlose Medien	65
B.4 Medien, die besondere Überlegungen erfordern	65
B.5 Leistungsmerkmale offener und öffentlicher Netzwerke	66
B.5.1 Öffentliche Netzwerktypen	66

	Seite
B.5.2 Leistungsmerkmale öffentlicher Netzwerke.....	66
B.5.2.1 Mangel an Vorhersagbarkeit und Zuverlässigkeit.....	66
B.5.2.2 Unbrauchbarkeit für Automatisierungsanwendungen	66
Bilder	
Bild 1 – Beispiel eines Feldbussystems	9
Bild 2 – DL/AL-Abgrenzungskonzept zwischen Dienst- und Protokollteilen.....	10
Bild 3 – Grundlegendes Feldbusreferenzmodell	11
Bild 4 – Allgemeines Modell des Physical Layers	12
Bild 5 – Beziehung des Data Link Layers zu anderen Feldbusschichten und Nutzern des Feldbus- Data-Link-Dienstes	13
Bild 6 – Beziehung des Feldbus Application Layers zu anderen Feldbusschichten und Nutzern des Feldbus-Anwendungsdienstes	14
Bild 7 – Struktur der Kommunikationsprofilfamilien	17
Bild 8 – Beispiel einer CPF-Struktur	18
Bild 9 – Dokumentenstruktur von IEC 61918 und des CPF-spezifischen Teils von IEC 61784-5	24
Bild 10 – Beziehung zum OSI-Basisreferenzmodell.....	36
Bild 11 – Einordnung des Feldbus-Application-Layers in der Architektur	36
Bild 12 – Client/Server-Interaktionen	39
Bild 13 – Interaktionen des Pull-Modells	40
Bild 14 – Interaktionen des Push-Modells	40
Bild 15 – Über den FAL übermittelte APO-Dienste	42
Bild 16 – Aufbau der Anwendungsinstanz	44
Bild 17 – Beispiel von FAL-ASEs.....	45
Bild 18 – FAL-Objektmanagement.....	46
Bild 19 – Dienstübermittlung per ASE	47
Bild 20 – Definierte und hergestellte AREPs	49
Bild 21 – FAL-Architekturkomponenten.....	51
Bild 22 – Beispiel für die Hierarchie einer Datentyp-Klasse	55
Tabellen	
Tabelle 1 – OSI- und IEC 61158-Schichten	11
Tabelle 1 – CPF, CP und Typ-Beziehungen	19
Tabelle A.1 – Handelsnamen von Kommunikationsprofilen (CP) und Kommunikationsprofilfamilien (CPF)	62

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt das allgemeine Feldbuskonzept fest.

Daneben gibt dieses Dokument auch eine Übersicht über und eine Anleitung zur Normenreihe IEC 61158 durch:

- Erläutern von Struktur und Inhalt der Normenreihe IEC 61158,
- Darstellen der Struktur der Normenreihe IEC 61158 in Bezug auf Festlegungen von ISO/IEC 7498-1 OSI Basic Reference Model,
- Aufzeigen der logischen Struktur der Normenreihe IEC 61784,
- Aufzeigen, wie Teile der Normenreihe IEC 61158 zusammen mit der Normenreihe IEC 61784 genutzt werden können,
- unterstützende Erläuterungen einiger gemeinsamer Aspekte der typspezifischen Teile von IEC 61158-5 in der Normenreihe IEC 61158, einschließlich des Application-Layer-Dienstbeschreibungskonzepts und der generischen Feldbusdatentypen.

2 Normative Verweisungen

Keine.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kommunikationssystem

(en: communication system)

Anordnung von Hardware, Software und Übertragungsmedien zur Nachrichtenübertragung von einer Applikation zu einer anderen

3.1.2

Feldbus

(en: fieldbus)

auf serieller Datenübertragung beruhendes Kommunikationssystem, wie es üblicherweise in industriellen Automatisierungssystemen und Prozessleitanwendungen verwendet wird

3.1.3

Feldbussystem

(en: fieldbus system)

System mit einem Feldbus und daran angeschlossenen Geräten

3.1.4

Nachricht

(en: message)

angeordnete Oktettfolge zur Datenübermittlung

[QUELLE: ISO/IEC 2382-16:1996, 16.02.01, modifiziert]

3.1.5

Netzwerk

(en: network)

Gesamtheit der Medien, Stecker, Repeater, Router, Gateways sowie der angeschlossenen Kommunikationsknoten, durch welche eine gegebene Anordnung von Geräten verbunden ist

3.2 Abkürzungen

Im Rahmen dieses Dokuments gelten die folgenden, teilweise auf den Konzepten von ISO/IEC 7498-1 gründenden Abkürzungen.

AE	application entity Anwendungsinstanz
AL	application layer (N = 7) Application Layer
APDU	application layer protocol data unit Application-Layer-Protokoll dateneinheit
APO	application process object Anwendungsprozessobjekt
AR	application relationship Anwendungsbeziehung
AREP	application relationship endpoint Anwendungsbeziehungsendpoint
ASE	application service element Anwendungsdienstelement
CP	communication profile Kommunikationsprofil
CPF	communication profile family Kommunikationsprofilfamilie
DL-	data-link layer (as a prefix) Data Link Layer (als Präfix)
DLL	data-link layer (N = 2) Data Link Layer (N = 2)
FAL	fieldbus application layer Feldbus Application Layer
FSCP	functional safety communication profile funktional sicheres Kommunikationsprofil
IETF	Internet Engineering Task Force Internet Engineering Task Force
IO	input output Ein-/Ausgang
IP	Internet protocol (siehe RFC 791) Internetprotokoll
kbit/s	thousand bit per second Tausend Bit je Sekunde
Mbit/s	million bit per second Million Bit je Sekunde
LME	layer management entity Layer-Managementinstanz
(n)-layer	layer n of the OSI basic reference model Schicht n des ISO/OSI-Schichtenmodells
OSI	open systems interconnection Open Systems Interconnection
Ph-	physical layer (as a prefix) Physical Layer (als Präfix)

PhL	physical layer (N = 1) Physical Layer (N = 1)
SIL	safety integrity level Sicherheits-Integritätslevel

4 Leitfaden für Entwickler und Anwender

4.1 Hintergrund und Zweck

Informationsaustausch in weltweiten Märkten erfordert ein allgemeines Verständnis von Regelsetzungen (Norm oder nicht). ISO/OSI-basierte Festlegungen stellen eine gemeinsame Grundlage zur Verständigung und Akzeptanz zwischen internationalen Experten dar (Hersteller und Endanwender).

Beispiele sind:

- ISO/IEC 7498-1 für allgemeines Schichtenkonzept und Strukturierung
- ISO/IEC 9545 für allgemeine Application-Layer-Modellierung
- ISO/IEC 8886 für Data-Link-Layer-Modellierung

Die Normenreihe IEC 61158 enthält Festlegungen für verschiedene Feldbustypen in jedem ihrer Teile (IEC 61158-2 und die typspezifischen Teilen von IEC 61158-3-*tt*, IEC 61158-4-*tt*, IEC 61158-5-*tt* und IEC 61158-6-*tt*). Als Ergebnis der redaktionellen Harmonisierungsarbeit der IEC werden die PHL-, DLL- und AL-Festlegungen innerhalb von IEC 61158 in einheitlicher Art dargestellt. Die Beschreibung der einzelnen Schichten bietet, soweit möglich, einheitliche Sichten, Konzepte, Definitionen und Beschreibungsmethoden.

ANMERKUNG Die Liste der Teile von IEC 61158 wird abgekürzt als IEC 61158-3-*tt*, IEC 61158-4-*tt*, IEC 61158-5-*tt* oder IEC 61158-6-*tt*, wobei *tt* für einen oder mehrere Typen steht.

Dieser gemeinsame Ansatz wird angewendet, um Anwendern und Entwicklern eine Hilfestellung zum Verständnis der verschiedenen Festlegungen zu geben. Er ist auch als Hilfestellung beim Vergleich verfügbarer Produkte und von deren kommunikationsbezogenen Eigenschaften gedacht.

4.2 Unterstützte Auswahlmöglichkeiten

Die meisten in der Normenreihe IEC 61158 festgelegten Feldbustypen beinhalten eine Reihe von auswählbaren und konfigurierbaren Auswahlmöglichkeiten in ihren detaillierten Festlegungen. Im Allgemeinen werden nur bestimmte eingeschränkte Kombinationen von Auswahlmöglichkeiten ordnungsgemäß zusammenarbeiten.

Die empfohlenen Zusammenstellungen aus den auswählbaren Möglichkeiten sind in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 zusammengefasst.

IEC 61784-1 und IEC 61784-2 stellen Anwendern und Herstellern Einzelheiten zu unterstützten Kombinationen von Feldbusfestlegungen zur Verfügung, welche dazu gedacht sind, lückenlos und einwandfrei zusammenzuarbeiten. Meistens sind diese Profile durch verfügbare Produktdemonstrationen und Erfahrungen in Anlagen abgesichert.

Anhang A von IEC 61784-1 und Anhang A von IEC 61784-2 helfen bei der Auswahl der benötigten Feldbusse, indem die Hauptmerkmale der Feldbusprotokollfamilien dargestellt werden.

- Daher wird folgendes Vorgehen bei der Auswahl eines Feldbusses vorgeschlagen:
- Abschnitt 0 bis Abschnitt 0 dieses Teils von IEC 61158,
- IEC 61784-1, Anhang A: Communication concepts,
- IEC 61784-2, Anhang A: Performance indicator calculations,
- Kommunikationsprofilfamilie nach IEC 61784-1 und IEC 61784-2,

- die für das ausgewählte Kommunikationsprofil in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 referenzierten Teile von IEC 61158.

4.3 Nutzen eines einheitlichen formalen Stils

Die Verwendung eines einheitlichen und formalen Stils zur Festlegung eines Kommunikationssystems bietet folgenden Nutzen:

- die einheitliche Anmutung der Festlegungen spart Zeit bei der Evaluierung,
- eine einheitliche Struktur ermöglicht es, gemeinsame Teile und Inhalte zu finden und festzulegen,
- die einheitliche Herangehensweise stellt einen ersten Schritt dar, um Langzeitqualität und -stabilität abzusichern,
- fehlende Teile und Elemente einer Festlegung sind durch den Vergleich mit anderen Festlegungen leichter zu finden, das führt zu einfacheren Review- und Evaluierungsprozeduren,
- eine einheitliche Basis erleichtert die Entwicklung von Test- und Zertifizierungsprozeduren,
- die modularen Konzepte unterstützen zukünftige Verbesserungen, Erweiterungen und die Anwendung neuer Technologien.

5 Konzept der Normenreihe IEC 61158

Konzeptionell ist ein Feldbus ein industrielles Kommunikationsnetzwerk zur Einbindung von Mess- und Regelgeräten in ein System. Beispiele solcher Geräte sind Messumformer, Sensoren, Aktoren und Regler.

Die Normenreihe IEC 61158 legt verschiedene Feldbusprotokolltypen fest. Jeder Protokolltyp ist so gestaltet, dass mehrere Mess- und Regelgeräte kommunizieren können. Geräte kommunizieren nur direkt mit anderen Geräten, welche denselben Protokolltyp verwenden. Die Grundanforderungen an industrielle Kommunikationsnetzwerke für Mess- und Regelgeräte werden in Abschnitt 0 dargestellt.

Geräte, welche auf den unteren Schichten dieselben Protokolle in einer miteinander verträglichen Form verwenden, aber auf den oberen Schichten andere Protokolle verwenden, könnten in der Lage sein, dasselbe Übertragungsmedium zu verwenden.

Ein bestimmter Data-Link-Layer-Protokolltyp könnte ohne Einschränkungen verwendet werden, wenn dieser mit dem Physical Layer und dem Application Layer desselben Protokolltyps verbunden ist, oder wenn dieser in anderen in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 festgelegten Kombinationen angewendet wird. Die Verwendung von verschiedenen Protokolltypen in anderen Zusammenstellungen kann die Zustimmung der jeweiligen Copyright-Besitzer erforderlich machen.

Die Protokolltypen von IEC 61158 sind entwickelt worden, um Informationsverarbeitungs-, Überwachungs- und Leitsysteme für jegliche Industriebereiche und verwandte Anwendungen zu unterstützen. Bild enthält eine Beispielanwendung mit dichter Kommunikation in der unteren Schicht zwischen Sensoren, Aktoren und lokalen Reglern in einer Anlage mit Anbindung von speicherprogrammierbaren Steuerungen.

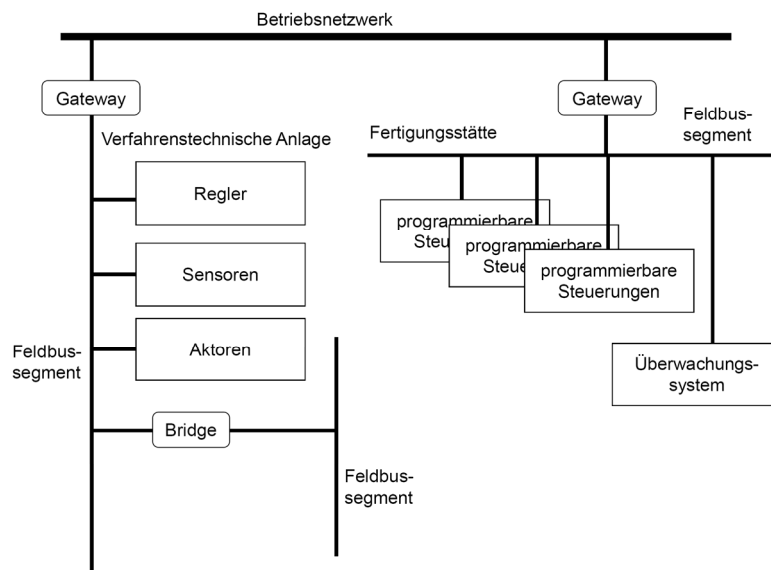


Bild 1 – Beispiel eines Feldbussystems

Einige der in der Normenreihe IEC 61158 festgelegten Feldbustypen nutzen die folgenden Konzepte zur Zerlegung.

- a) **Erstes Konzept:** Die komplexe Kommunikationsaufgabe wird in verschiedene Schichten unterteilt, beruhend auf einer Anpassung von ISO/IEC 7498-1, des ISO/OSI-Basis-Referenzmodells. Dadurch können gut strukturierte Funktionen und Schnittstellen benutzt werden (siehe Abschnitt 6). Das hat die folgenden Vorteile:
 - Zerlegung komplexer Aufgaben,
 - modulare Struktur, die die Anpassung an verschiedene Technologien erlaubt.
- b) **Zweites Konzept:** Jeder Feldbustyp besteht aus einer oder mehreren Schichtfestlegungen.
Die meisten Typen enthalten eine Reihe von Diensten und Protokollvarianten, welche eine geeignete Auswahl nötig machen, um ein funktionierendes System zu ermöglichen. Passende Auswahlen aus den Festlegungen und Diensten eines der IEC 61158-Feldbustypen sind als normierte Kommunikationsprofile in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 festgelegt. Die meisten dieser Profile werden von Konsortien oder Fachverbänden unterstützt, welche bei den Profilstellungen genannt werden.
- c) **Drittes Konzept:** Der Physical Layer, der Data Link Layer und der Application Layer sind hinsichtlich der angebotenen Dienste und Protokolle, welche diese Dienste bereitstellen, in sich ergänzender Weise dargestellt.

Bild 2 zeigt die Unterschiede zwischen Dienst- und Protokollsichten des Data Link Layers und des Application Layers. Der Protokollteil stellt die Entwicklersicht auf die Schichten und der Dienstteil stellt die Nutzersicht auf die Schichten dar.

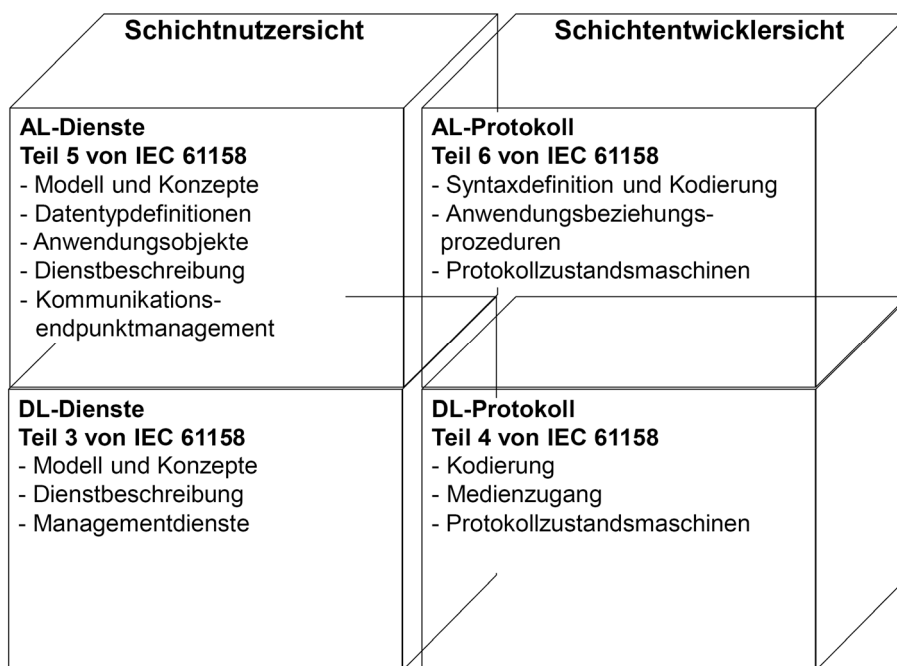


Bild 2 – DL/AL-Abgrenzungskonzept zwischen Dienst- und Protokollteilen

Die Application-Layer-Struktur ist folgendermaßen:

- das „Was“ wird durch die Application-Layer-Dienstelemente (ASE) in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-5 beschrieben, und
- das „Wie“ wird durch die Application-Layer-Beziehungen (AR) in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-6 beschrieben.

Die Data-Link-Layer-Struktur ist folgendermaßen:

- das „Was“ wird durch die Data-Link-Layer-Dienste und Modelle in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-3 beschrieben, und
- das „Wie“ wird durch die Data-Link-Layer-Protokollmaschinen und Medienzugriffsmechanismen in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-4 beschrieben.

Der Physical Layer ist ähnlich strukturiert, da sich die Dienste einfach beschreiben lassen, sind diese in IEC 61158-2 zusammen mit den Definitionen der Protokolle beschrieben:

- das „Was“ wird durch die Physical-Layer-Dienste und Modelle beschrieben, und
- das „Wie“ wird durch die elektrischen und mechanischen Festlegungen des Physical Layers beschrieben.

6 Abbildung auf das OSI-Basis-Referenzmodell

6.1 Übersicht

Die Protokolltypen von IEC 61158 werden nach den Verfahren, den Methoden und dem Modell von ISO/IEC 7498-1 beschrieben. Das OSI-Modell liefert einen Schichtenansatz für Kommunikationsstandards, wobei die einzelnen Schichten unabhängig voneinander entwickelt und modifiziert werden können. IEC 61158 legt die Funktionalität aller Schichten eines kompletten OSI-Stacks von oben nach unten und, möglicherweise, einige Funktionen für die Nutzer des Stacks fest. Die Funktionen der OSI-Zwischenschichten, Schicht 3 bis 6, können entweder im Data Link Layer von IEC 61158 oder im Application Layer von IEC 61158 zusammengefasst werden oder durch eine getrennte Schicht verwirklicht werden. Gleichmaßen können einige Eigenschaften des Feldbus Application Layer, die Nutzern von Feldbussen vertraut sind, durch den Application Layer von IEC 61158 bereitgestellt werden, um die Arbeit der Nutzer zu erleichtern.

Tabelle 1 zeigt die OSI-Schichten, deren Funktionen und die entsprechenden Schichten im Basis-Feldbus-Referenzmodell von IEC 61158 (siehe Bild 3).

Tabelle 1 – OSI- und IEC 61158-Schichten

OSI-Schicht	Funktion	IEC 61158-Schicht
7 Application	Übersetzt die Anfragen, die auf den Kommunikationsstack geschoben werden, in eine Form, die von den unterlagerten Schichten verstanden wird, und umgekehrt	Application (IEC 61158-5- <i>tt</i> , IEC 61158-6- <i>tt</i>)
6 Presentation	Konvertiert Daten von/nach standardisierten Formaten im Netzwerk	↑
5 Session	Erzeugt und verwaltet die Dialoge zwischen den unterlagerten Schichten	↑
4 Transport	Bietet einen transparenten, zuverlässigen Datentransfer (End-to-end-Transfer über ein Netzwerk, das mehrfache Verbindungen berücksichtigen kann)	↓ oder ↑
3 Network	Führt das Routing von Nachrichten aus	↓ oder ↑
2 Data Link	Steuert den Zugriff auf das Kommunikationsmedium. Führt Fehlererkennung durch, (Punkt-zu-Punkt-Transfer auf einer Verbindung)	Data Link (IEC 61158-3- <i>tt</i> , IEC 61158-4- <i>tt</i>)
1 Physical	Kodiert/dekodiert die Signale für Sendung/Empfang in die für das Übertragungsmedium adäquate Form. Legt die Eigenschaften des Kommunikationsmediums fest.	Physical (IEC 61158-2)

ANMERKUNG -*tt* ist ein Platzhalter für die Teilnummern der jeweiligen Typen.

ANMERKUNG ↓ und ↑ zeigen an, dass die Funktionalität dieser Schicht, wenn vorhanden, in der Feldbusschicht enthalten ist, die am nächsten in Pfeilrichtung liegt. Daher ist es möglich, dass die Network- und die Transport-Funktionalität entweder im Data Link Layer oder im Application Layer enthalten ist, und es ist möglich, dass die Session- und die Presentation-Funktionalität im Application Layer, jedoch nicht im Data Link Layer enthalten ist.

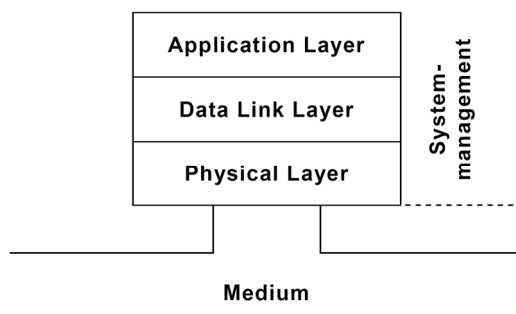


Bild 3 – Grundlegendes Feldbusreferenzmodell

6.2 Physical-Layer-Dienst und -Protokoll

IEC 61158-2 beinhaltet die Festlegungen des Physical Layers für viele der verschiedenen Data-Link-Layer-Protokolltypen, die in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-4 festgelegt sind.

ANMERKUNG 1 Die verwendeten Typnummern sind konsistent über die Normenreihe IEC 61158.

ANMERKUNG 2 Nicht alle Typen haben Festlegungen für den Physical Layer in IEC 61158-2. In diesem Fall bietet das Kommunikationsprofil in IEC 61784-1 oder IEC 61784-2 geeignete Verweisungen auf andere Normen.

ANMERKUNG 3 Zur Erleichterung der Bezugnahme enthalten die Namen der Abschnitte die Typnummern. Das bedeutet, dass die darin aufgeführten Festlegungen für diesen Typ zutreffen, schließt aber deren Anwendung für andere Typen nicht aus.

ANMERKUNG 4 Es obliegt dem Anwender von IEC 61158 kompatible Sätze von Regeln auszuwählen. Siehe IEC 61784-1 und IEC 61784-2 für standardisierte Kommunikationsprofile auf Grundlage von IEC 61158.

Bild 4 zeigt ein allgemeines Modell des Physical Layers.

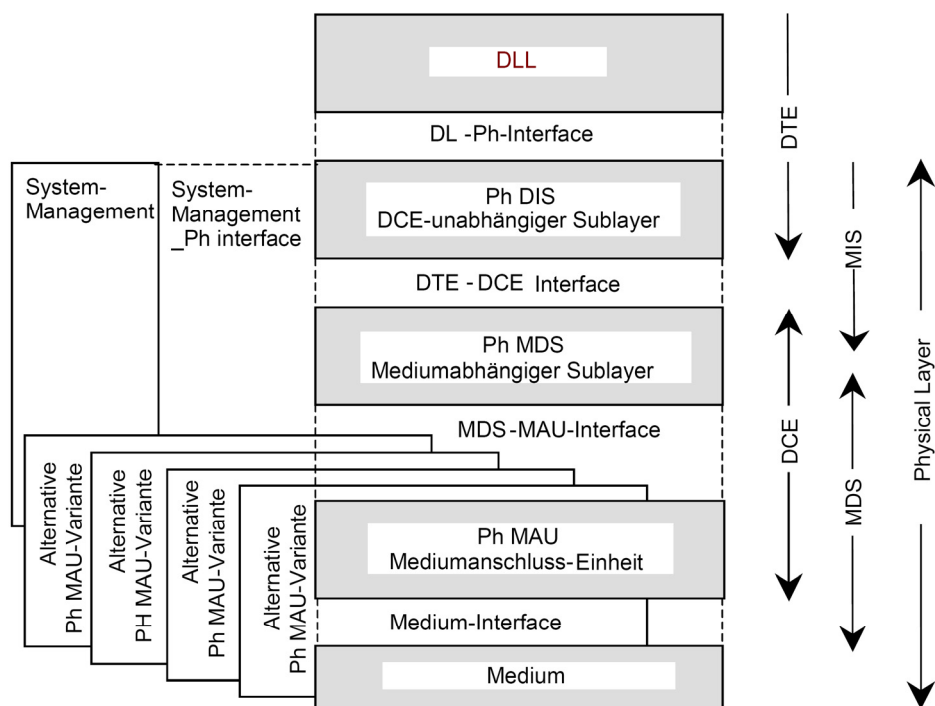


Bild 4 – Allgemeines Modell des Physical Layers

ANMERKUNG 5 Die Protokolltypen verwenden eine Untermenge der Strukturelemente.

ANMERKUNG 6 Da der Typ 8 eine komplexere DIS als andere Typen verwendet, wird hier zur Differenzierung der Term „MIS“ verwendet.

Die gemeinsamen Eigenschaften aller Varianten und Typen sind:

- digitale Datenübertragung und
- entweder Halbduplex-Kommunikation (bidirektional, aber nur jeweils in eine Richtung zu einem Zeitpunkt) oder Vollduplex-Kommunikation.

6.3 Data-Link-Layer-Dienst

Der Data-Link-Dienst wird, unter Verwendung der Dienste des Physical Layers, vom Data-Link-Protokoll zur Verfügung gestellt. Dieser und die zugehörigen Teile der Reihe IEC 61158 definieren die Eigenschaften des Data-Link-Dienstes, welche das unmittelbar überlagerte Protokoll nutzen kann. Das Verhältnis zwischen den internationalen Normen für Feldbus-Data-Link-Dienst, Feldbus-Data-Link-Protokoll, Feldbus-Anwendungsprotokoll und Systemmanagement ist in Bild 5 dargestellt.

ANMERKUNG Systemmanagement, wie es in der Reihe IEC 61158 benutzt wird, ist ein lokaler Mechanismus zur Verwaltung der Schichtprotokolle.

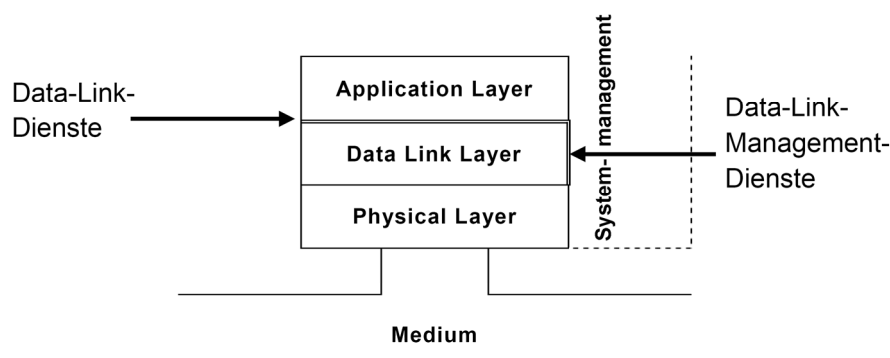


Bild 5 – Beziehung des Data Link Layers zu anderen Feldbusschichten und Nutzern des Feldbus-Data-Link-Dienstes

In den Feldbusnormen wird der Begriff „Dienst“ durchgängig als die abstrakte Fähigkeit einer Schicht des OSI-Basis-Referenzmodells verstanden, die sie der nächst höheren Schicht zur Verfügung stellt. Somit ist ein in IEC 61158 definierter Data-Link-Dienst ein konzeptioneller Architekturdienst, unabhängig von Verwaltungs- und Umsetzungseinteilungen.

6.4 Data-Link-Layer-Protokoll

Das Data-Link-Protokoll stellt, unter Verwendung der vom Physical Layer verfügbaren Dienste, den Data-Link-Dienst zur Verfügung. Die Beziehung zwischen den internationalen Normen für Feldbus-Data-Link-Dienst, Feldbus-Data-Link-Protokoll, Feldbus-Physical-Dienst und Systemmanagement ist in Bild 5 dargestellt.

ANMERKUNG 1 Systemmanagement, wie es in der Reihe IEC 61158 benutzt wird, ist ein lokaler Mechanismus zur Verwaltung der Schichtprotokolle.

ANMERKUNG 2 Nicht alle Typen besitzen eine Data-Link-Layer-Festlegung. In diesem Fall bietet das Kommunikationsprofil in IEC 61784-1 oder IEC 61784-2 geeignete Verweisungen auf andere Normen.

Das oberste Ziel des Data-Link-Protokoll-Standards ist es, ein Regelwerk für die Kommunikation, ausgedrückt durch die Prozeduren, die durch Peer-Data-Link-Entities (DLEs) während der Kommunikation ausgeführt werden, zur Verfügung zu stellen. Diese Regeln zur Kommunikation haben zum Ziel, eine stabile Basis für die Entwicklung zu bieten, und dienen einer Reihe von Zwecken:

- a) als Leitfaden für Entwickler und Designer,
- b) zum Einsatz beim Testen und bei der Beschaffung von Ausrüstung,
- c) als Teil eines Übereinkommens für die Zulassung eines Systems für die offene Systemumgebung,
- d) als Verfeinerung des Verständnisses von zeitkritischer Kommunikation innerhalb von OSI.

Diese Data-Link-Protokoll-Standards befassen sich im Besonderen mit der Kommunikation und der Zusammenarbeit von Sensoren, Aktoren und anderen Automatisierungsgeräten, unter Verwendung dieser Normen zusammen mit anderen Normen aus dem Bereich des OSI- oder Feldbusreferenzmodells; davon abgesehen könnten inkompatible Systeme in jeglicher Kombination zusammenarbeiten.

6.5 Application-Layer-Dienst

Der Anwendungsdienst wird vom Anwendungsprotokoll unter Verwendung der Dienste des Data Link Layers oder anderer direkt unterlagerter Schichten zur Verfügung gestellt. Jeder Teil der Reihe IEC 61158-5 definiert die Eigenschaften des Anwendungsdienstes, welche andere, unmittelbar überlagerte Protokolle nutzen können. Die Beziehung zwischen den internationalen Normen für Feldbus-Anwendungsdienst, Feldbus-Anwendungsprotokoll und Systemmanagement ist in Bild dargestellt.

ANMERKUNG Systemmanagement, wie es in der Reihe IEC 61158 benutzt wird, ist ein lokaler Mechanismus zur Verwaltung der Schichtprotokolle.

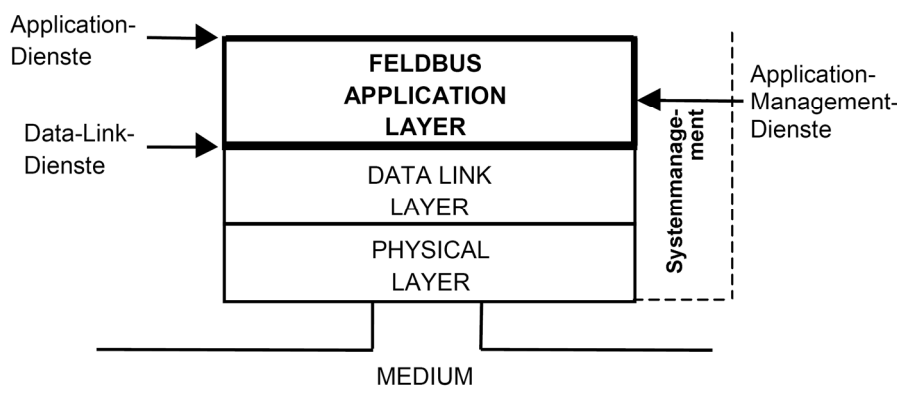


Bild 6 – Beziehung des Feldbus Application Layers zu anderen Felbusschichten und Nutzern des Feldbus-Anwendungsdienstes

6.6 Application-Layer-Protokoll

Das Anwendungsprotokoll stellt den Anwendungsdienst unter Verwendung der Dienste des Data Link Layers oder anderer direkt unterlagerter Schichten zur Verfügung. Die Beziehung zwischen den internationalen Standards für Feldbus-Anwendungsdienst, Feldbus-Anwendungsprotokoll, Feldbus-Data-Link-Dienst und Systemmanagement ist in Bild 6 dargestellt.

ANMERKUNG Systemmanagement, wie es in der Reihe IEC 61158 benutzt wird, ist ein lokaler Mechanismus zur Verwaltung der Schichtprotokolle.

Ein Anwendungsprozess nutzt die Dienste des Feldbus Application Layers, um Daten mit anderen Anwendungsprozessen auszutauschen. Die Dienste definieren die abstrakte Schnittstelle zwischen dem Anwendungsprozess und dem Application Layer.

Das Application-Layer-Protokoll ist ein Satz von Regeln, die das Format und die Bedeutung des Informationsaustauschs zwischen den Application Layers der verschiedenen Geräte bestimmt. Der Application Layer benutzt das Protokoll, um die Definitionen der Application-Layer-Dienste umzusetzen.

Die Protokollmaschine definiert die verschiedenen Zustände eines Application Layers und die gültigen Übergänge zwischen den Zuständen. Sie kann als eine endliche Zustandsmaschine angesehen werden. Die Protokollmaschine wird mit Zustandstabellen beschrieben. Die Informationen zwischen dem Anwendungsprozess und der Protokollmaschine werden über Application-Dienstdateneinheiten ausgetauscht. Der Informationsaustausch zwischen der Protokollmaschine und anderen Protokollmaschinen erfolgt über Application-Layer-Protokolldateneinheiten (APDU).

Dieser Satz von Application-Layer-Standards enthält keine Prüfverfahren, um die Erfüllung solcher Anforderungen sicherzustellen.

Das oberste Ziel eines Application-Layer-Protokolls in IEC 61158 ist es, ein Regelwerk für die Kommunikation zur Verfügung zu stellen, ausgedrückt durch die Prozeduren, die durch Peer-Anwendungsinstanzen (AE) während der Kommunikation ausgeführt werden. Diese Regeln zur Kommunikation haben zum Ziel, eine stabile Basis für die Entwicklung zu bieten, und dienen einer Reihe von Zwecken:

- a) als Leitfaden für Entwickler und Designer,
- b) zum Einsatz beim Testen und bei der Beschaffung von Ausrüstung,
- c) als Teil eines Übereinkommens für die Zulassung eines Systems für die offene Systemumgebung,
- d) als Verfeinerung des Verständnisses von zeitkritischer Kommunikation innerhalb von OSI.

IEC 61158 befasst sich im Besonderen mit der Kommunikation und der Zusammenarbeit von Sensoren, Aktoren und anderen Automatisierungsgeräten, unter Verwendung von IEC 61158 zusammen mit anderen Normen aus dem Bereich des OSI- oder Feldbusreferenzmodells; davon abgesehen könnten inkompatible Systeme in jeglicher Kombination zusammenarbeiten.

7 Struktur der Normenreihen IEC 61158 und IEC 61784

7.1 Der Physical Layer nach IEC 61158

Der Physical Layer nach IEC 61158 empfängt Dateneinheiten vom Data Link Layer, kapselt diese wenn notwendig durch Hinzufügen von Kommunikationsrahmeninformationen ab, kodiert die Bits und Rahmeninformationen in Signale und überträgt die daraus resultierenden physischen Signale auf das Übertragungsmedium, das mit dem sendenden Knoten verbunden ist.

Die Signale werden dann von einem oder mehreren Knoten empfangen und dekodiert. Die Kommunikationsrahmeninformationen werden überprüft und entfernt, bevor die Dateneinheiten an den Data Link Layer des empfangenden Gerätes weitergegeben werden.

IEC 61158-2 umfasst die Festlegungen des Physical Layers, um die im Data Link Layer von IEC 61158 festgelegten DL-Protokolltypen zu unterstützen. Sie definiert die Dienste, die

- a) den verschiedenen Typen der Feldbus-Data-Link-Layer an der Grenze zwischen dem Data Link Layer und dem Physical Layer des Feldbusreferenzmodells,
- b) dem Systemmanagement an der Grenze zwischen dem Physical Layer und dem Systemmanagement des Feldbusreferenzmodells bereitgestellt werden.

ANMERKUNG Diese Kombination der Dienstdefinition und Protokollfestlegung des Physical Layers in einer einzigen Norm ist eine Besonderheit, dies ist keine übliche Praxis bei der Normung.

7.2 Der Data Link Layer nach IEC 61158

Wenn keine dauerhaften Fehler anliegen, bieten die Data Link Layers nach IEC 61158 (siehe IEC 61158-3-tt und IEC 61158-4-tt) eine elementare Unterstützung für zeitkritische Datenkommunikation zwischen Geräten in einer Automatisierungsumgebung. Der Begriff „zeitkritisch“ wird für die Beschreibung von Anwendungen verwendet, bei denen eine oder mehrere Aktionen mit einem definierten Grad an Sicherheit innerhalb eines Zeitfensters abgeschlossen werden müssen. Das Scheitern der Durchführung der geforderten Aktion innerhalb des Zeitfensters birgt die Gefahr des Scheiterns der Anwendung, die diese Aktion angefordert hat, mit der daraus entstehenden Gefahr für Ausrüstung, Anlage und möglicherweise das menschliche Leben.

Der Data Link Layer nach IEC 61158 legt auf eine abstrakte Art den von außen sichtbaren Dienst fest, den der Feldbus-Data-Link-Layer bezüglich

- a) der grundlegenden Aktionen und Ereignisse des Dienstes,
- b) der Parameter, die mit jeder/m grundlegenden Aktion und Ereignis verbunden sind, und der Form, die sie annehmen,
- c) der Wechselbeziehung zwischen diesen Aktionen und Ereignissen und deren gültigen Abfolgen bereitstellt.

Der Data Link Layer nach IEC 61158 definiert die Dienste, die

- d) den verschiedenen Typen des Feldbus Application Layers an der Grenze zwischen dem Application Layer und dem Data Link Layer des Feldbusreferenzmodells,
- e) dem Systemmanagement an der Grenze zwischen dem Data Link Layer und dem Systemmanagement des Feldbusreferenzmodells zur Verfügung gestellt werden.

IEC 61158-4-tt definiert eine Reihe unterschiedlicher und nicht interoperabler Feldbus-Data-Link-Protokolle. Jedes Protokoll ist sehr eng mit den entsprechenden Diensten von IEC 61158-3-tt verbunden und liegt in deren Anwendungsbereich.

7.3 Der Application Layer nach IEC 61158

Die Application Layer nach IEC 61158 (siehe IEC 61158-5-tt und IEC 61158-6-tt) sind dafür ausgelegt, die Übermittlung zeitkritischer Anfragen und Antworten von Anwendungen zwischen Geräten in einer Automatisierungsumgebung zu unterstützen.

Die Reihe IEC 61158-5 legt die Interaktion zwischen abgesetzten Anwendungen fest, und zwar in Bezug auf

- a) ein abstraktes Modell zur Definition von Anwendungsressourcen (Objekte), die von Nutzern über die Anwendung der Feldbus-Application-Layer(FAL)-Dienste beeinflusst werden können,
- b) die mit den einzelnen FAL-Diensten verbundenen Dienstprimitiven (Interaktion zwischen dem FAL und dem FAL-Nutzer),
- c) die Parameter, die mit jeder Dienstprimitive verbunden sind,
- d) die Wechselbeziehung zwischen diesen Dienstprimitiven und deren gültige Abfolgen für jeden Dienst.

Obwohl diese Dienste aus Sicht der Anwendung festlegen, wie Anfragen und Antworten ausgegeben werden, enthalten sie keine Festlegungen dazu, wie die anfragende und die antwortende Anwendung darauf reagieren soll. Das bedeutet, dass das Verhalten der Anwendung nicht festgelegt ist, sondern lediglich festgelegt ist, welche Anfragen und Antworten gesendet/empfangen werden können. Dies gibt dem FAL-Nutzer eine größere Flexibilität bei der Standardisierung des Verhaltens solcher Objekte. Zusätzlich zu diesen Diensten sind auch einige unterstützende Dienste definiert, die einen Zugriff auf den FAL ermöglichen, um verschiedene Aspekte seiner Arbeitsweise zu steuern.

Die Reihe IEC 61158-5 definiert die Dienste, die

- a) den verschiedenen Nutzern des Feldbus Application Layer an der Grenze zwischen den Nutzern und dem Application Layer des Feldbusreferenzmodells,
- b) dem Systemmanagement an der Grenze zwischen dem Application Layer und dem Systemmanagement des Feldbusreferenzmodells zur Verfügung gestellt werden.

Die Reihe IEC 61158-6 definiert eine Anzahl unterschiedlicher und nicht interoperabler Feldbus-Anwendungsprotokolle. Jedes Protokoll ist sehr eng mit den entsprechenden Diensten von IEC 61158-5 verbunden und liegt in deren Anwendungsbereich.

7.4 Feldbus-Profile nach IEC 61784-1 und IEC 61784-2

IEC 61784-1 und IEC 61784-2 stellen einen Satz von Kommunikationsprofilen (CP) im Sinne von ISO/IEC TR 10000-1 bereit. Damit wird der Notwendigkeit der Identifizierung der innerhalb der Reihe IEC 61158 nebeneinander bestehenden Protokollfamilien entsprochen, welche aus der internationalen Harmonisierung der auf dem Markt verfügbaren Feldbustechnologien hervorgegangen sind. Namentlich tragen diese Profile dazu bei, die Übereinstimmung mit der Reihe IEC 61158 korrekt zu erklären und die Verbreitung abweichender Implementierungen zu vermeiden, welche die Anwendbarkeit, die Eindeutigkeit und das Verständnis einschränken würden. In zukünftigen Teilen der IEC 61158 werden gegebenenfalls zusätzliche Profile behandelt, um spezifischen Marktanforderungen, wie der funktionalen oder der IT-Sicherheit, gerecht zu werden.

IEC 61784-1 und IEC 61784-2 enthalten verschiedene Kommunikationsprofilfamilien (CPF), die jeweils ein oder mehrere Kommunikationsprofile festlegen. Solche Profile bestimmen im engeren Sinne eine Protokolluntermenge der Reihe IEC 61158 durch protokollspezifische Kommunikationsprofile. Sie definieren keine gerätetypspezifischen Kommunikationsprofile mit dem Zweck, Hersteller bei der Auswahl von Eigenschaften anzuleiten, zum Beispiel durch die Auswahl des minimalen Satzes von Kommunikationsdiensten und Protokollen für die Implementierung einer spezifischen Klasse von Geräten, wie generischen Slaves oder Sendern („Implementierungsprofile“). Auch definieren sie keine Geräteprofile, die Kommunikationsprofile zusammen mit Anwendungsfunktionen festlegen, welche für die Umsetzung einer bestimmten Anwendung erforderlich wären („Anwendungsprofile“).

ANMERKUNG IEC/TR 62390 enthält eine Anleitung zur Entwicklung von Geräteprofilen für industrielle Feldgeräte und Steuerungen. IEC/TR 62390 definiert auch die Beziehung zwischen Geräteprofil und Kommunikationsprofil einschließlich der Ebenen der funktionalen Kompatibilität und der Beziehungen zwischen Profilen und Produkten.

Ebenso ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass Interoperabilität – definiert als die Fähigkeit von zwei oder mehr Netzwerksystemen, Informationen auszutauschen und beiderseitig von diesen ausgetauschten Informationen Gebrauch zu machen (siehe ISO/IEC TR 10000-1, 3.2.1) – nur für solche Geräte auf der gleichen Verbindung direkt erreicht werden kann, die dem gleichen Kommunikationsprofil entsprechen.

Die in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 enthaltenen Profile setzen sich zusammen aus Verweisungen auf IEC 61158-2 und 61158-3-**tt** bis IEC 61158-6-**tt**, ISO/IEC 8802-3 oder IEEE 802.3 und andere internationale Normen, technische Festlegungen oder weltweit akzeptierte Standards. Jedes Profil muss mindestens auf einen Teil von IEC 61158-2 und 61158-3-**tt** bis IEC 61158-6-**tt** verweisen.

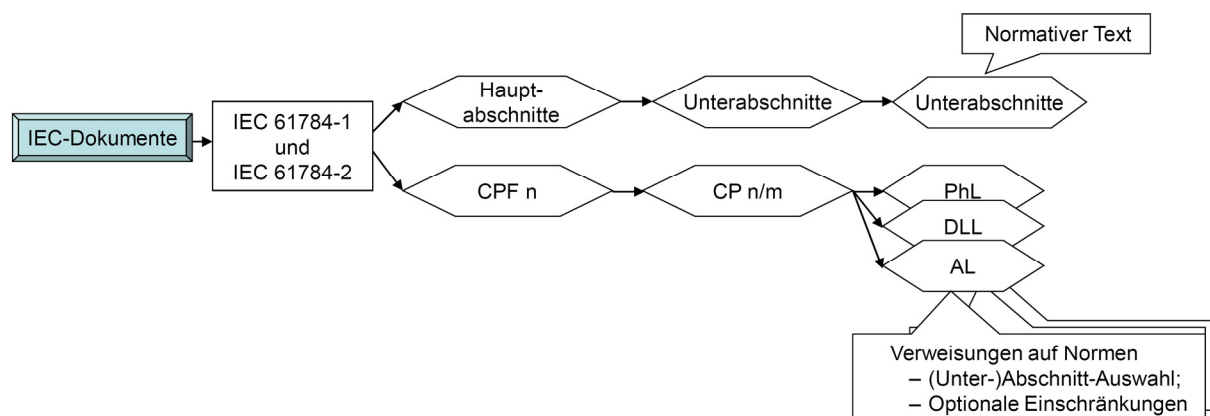
Zwei oder mehr Profile, die zu derselben Familie in Beziehung stehen, werden in einer CPF festgelegt.

IEC 61784-2 legt zusätzliche Profile fest, mit denen dem Ziel des industriellen Automatisierungsmarktes entsprochen wird, Echtzeit-Ethernet(RTE)-Kommunikationsnetzwerke, die zusammen mit ISO/IEC 8802-3 oder IEEE 802.3 bestehen (allgemein bekannt als Ethernet), zu identifizieren. Diese RTE-Kommunikationsnetzwerke nutzen Vorgaben aus ISO/IEC 8802-3 für die unteren Schichten des Kommunikationsstacks und bieten zusätzlich einen besser vorhersagbaren und zuverlässigeren Echtzeit-Datentransfer und Mittel zur Unterstützung einer genauen Synchronisierung von Automatisierungsausrüstung.

Namentlich tragen diese Profile dazu bei, die Übereinstimmung von RTE-Kommunikationsnetzwerken mit ISO/IEC 8802-3 oder IEEE 802.3 korrekt zu erklären und die Verbreitung abweichender Implementierungen zu vermeiden.

Jedes Profil wählt aus den in IEC 61158 und anderen Normen definierten und modellierten Kommunikationstypen eine geeignete konsistente und kompatible Untermenge von Diensten und Protokollen aus. Für die ausgewählte Untermenge von PhL, Diensten und Protokollen beschreibt das Profil alle möglichen und notwendigen Einschränkungen bei den Werten für die Parameter.

Bild 7 zeigt die Dokumentenstruktur der Kommunikationsprofilfamilien (CPF).

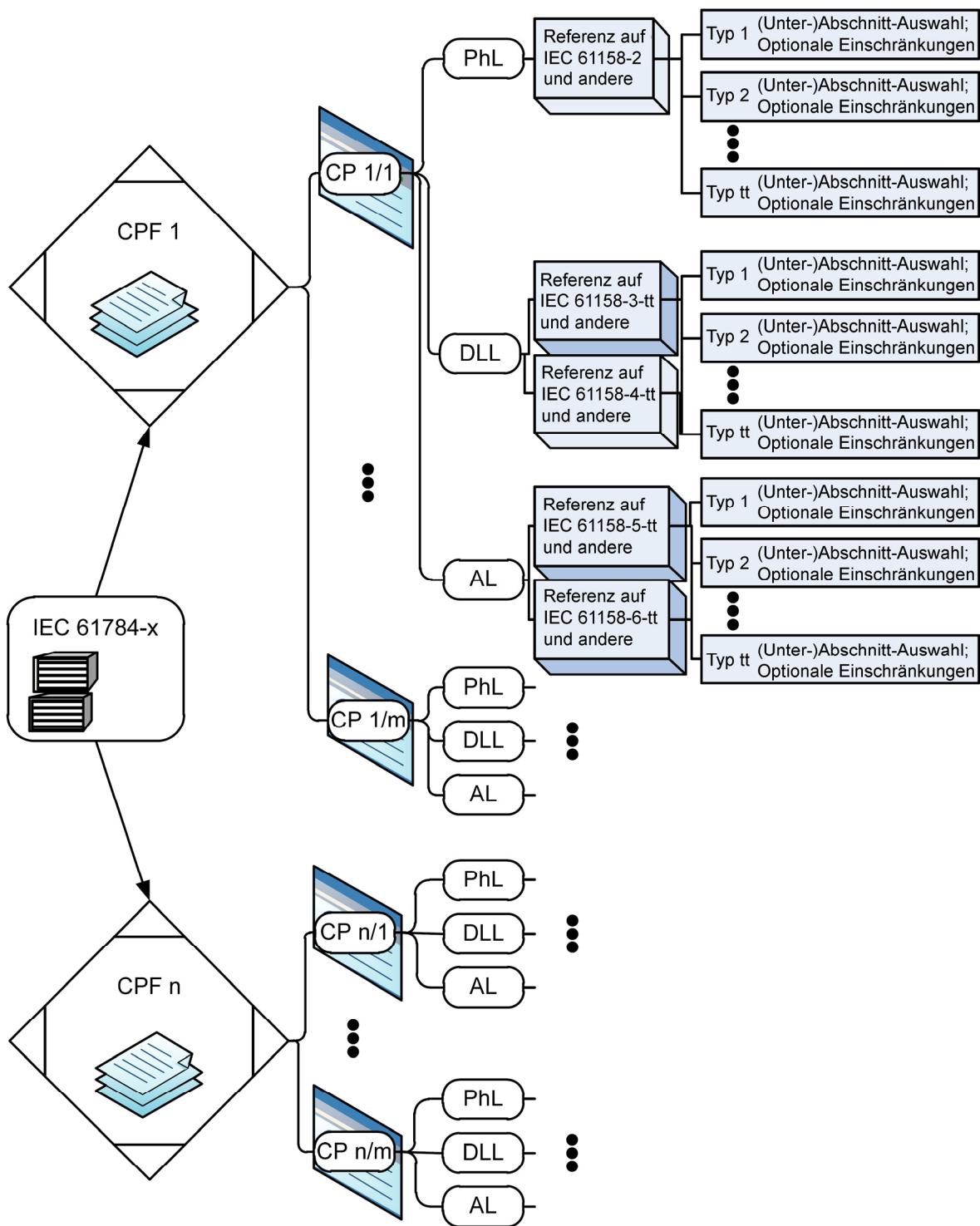


n ist die Nummer einer CPF, m ist die Nummer eines CP innerhalb einer CPF.

Bild 7 – Struktur der Kommunikationsprofilfamilien

IEC 61784-1, IEC 61784-2 und zukünftige Teile und Unterreihen der Reihe IEC 61784 legen Kommunikationsprofilfamilien (CPF) fest. Eine CPF enthält mindestens ein Kommunikationsprofil (CP). Ein CP ist immer so strukturiert, dass es PhL, DL und AL durch Verweisung auf Abschnitte und Unterabschnitte innerhalb der Reihe IEC 61158 und anderen geeigneten internationalen Normen festlegt. Diese Unterabschnitte enthalten mindestens eine Verweisung auf eine internationale Norm. Entweder wird die internationale Norm als Ganze referenziert, oder sie wird im Rahmen einer Liste aller notwendigen Abschnitte und Unterabschnitte, die mit JA oder NEIN markiert sind, referenziert. JA bedeutet, dass der Abschnitt oder Unterabschnitt zutrifft, NEIN bedeutet, dass er nicht zutrifft. Gegebenenfalls werden nicht vorgeschriebene Informationen zur Festlegung von Einschränkungen bereitgestellt.

Bild 8 enthält ein Beispiel einer CPF-Struktur.



Legende

x = 1 oder 2

n = Nummer einer CPF

m = Nummer eines CP innerhalb einer CPF

tt = Typnummer

„IEC 61158-3-tt“ ist als Verweisung auf einen oder mehrere existierende typspezifische Unterteile zu verstehen.

Bild 8 – Beispiel einer CPF-Struktur

Tabelle 2 enthält die Kommunikationsprofilfamilien (CPF), die in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 definiert sind. Sie zeigt den Bezug zwischen Technologien und CPFs mit ihren zugehörigen CPs und entsprechenden Typnummern in der Reihe IEC 61158.

Tabelle 1 – CPF, CP und Typ-Beziehungen

Kommunikationsprofile in IEC 61784			Zuordnung der IEC 61158-Typen zu CPs		
CP F	Technologie-name	IEC 61784-(Unter-)Teile	CP-Nummer	Typ-nummer	IEC 61158-(Unter-)Teile
1	FOUNDATION™ fieldbus	1, 3-1, 5-1	CP 1/1 FOUNDATION™ H1	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
		1, 3-1, 5-1	CP 1/2 FOUNDATION™ HSE	5	1, 5-5, 6-5
		1, 3-1	CP 1/3 FOUNDATION™ H2	1,9	1, 2, 3-1, 4-1, 5-9, 6-9
2	CIP™	1, 5-2	CP 2/1 ControlNet™	2	1, 2, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 2, 3-2, 5-2	CP 2/2 EtherNet/IP™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
		1, 3-2, 5-2	CP 2/3 DeviceNet™	2	1, 4-2, 5-2, 6-2
3	PROFIBUS & PROFINET	1, 3-3, 5-3	CP 3/1 PROFIBUS DP	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		1, 3-3, 5-3	CP 3/2 PROFIBUS PA	3	1, 2, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3
		—	CP 3/3 zurückgezogen	—	—
		2, 3-3, 5-3	CP 3/4 PROFINET IO CC-A	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/5 PROFINET IO CC-B	10	1, 5-10, 6-10
		2, 3-3, 5-3	CP 3/6 PROFINET IO CC-C	10	1, 5-10, 6-10
4	P-NET®	1, 5-4	CP 4/1 P-NET RS-485	4	1, 2, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
		—	CP 4/2 zurückgezogen	—	—
		2, 5-4	CP 4/3 P-NET on IP	4	1, 3-4, 4-4, 5-4, 6-4
5	WorldFIP®	1	CP 5/1 WorldFIP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/2 WorldFIP mit subMMS	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
		1	CP 5/3 WorldFIP minimal für TCP/IP	7	1, 2, 3-7, 4-7, 5-7, 6-7
6	INTERBUS®	1, 3-6, 5-6	CP 6/1 INTERBUS	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 3-6, 5-6	CP 6/2 INTERBUS TCP/IP	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		1, 3-6, 5-6	CP 6/3 INTERBUS Untermenge von CP 6/1	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8
		2, 5-6	CP 6/4	8	1, 2, 3-8, 4-8, 5-8, 6-8, 5-10, 6-10
		2, 5-6	CP 6/5	8	
		2, 5-6	CP 6/6	8	
7	Diese CPF und der zugehörige Typ 6 wurden mangels Marktrelevanz zurückgezogen.				
8	CC-Link	1, 3-8, 5-8	CP 8/1 CC-Link/V1	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/2 CC-Link/V2	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		1, 5-8	CP 8/3 CC-Link/LT	18	1, 2, 3-18, 4-18, 5-18, 6-18
		2, 5-8	CP 8/4 CC-Link IE Controller Network	23	1, 5-23, 6-23
		2, 5-8	CP 8/5 CC-Link IE Field Network	23	1, 5-23, 6-23

Kommunikationsprofile in IEC 61784			Zuordnung der IEC 61158-Typen zu CPs		
CP F	Technologie-name	IEC 61784-(Unter-)Teile	CP-Nummer	Typ-nummer	IEC 61158-(Unter-)Teile
9	HART®	1	CP 9/1 HART	20	1, 2, 3-20, 4-20, 5-20, 6-20
		—	CP 9/2 WirelessHART® siehe IEC 62591, Abschnitt 9	20	Siehe IEC 62591
10	Vnet/IP	2, 5-10	CP 10/1 Vnet/IP	17	1, 2, 3-17, 4-17, 5-17, 6-17
11	TCnet	2, 5-11	CP 11/1 TCnet-star	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2, 5-11	CP 11/2 TCnet-loop 100	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
		2, 5-11	CP 11/3 TCnet-loop 1G	11	1, 2, 3-11, 4-11, 5-11, 6-11
12	EtherCAT®	2, 3-12, 5-12	CP 12/1	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
		2, 3-12, 5-12	CP 12/2	12	1, 2, 3-12, 4-12, 5-12, 6-12
13	Ethernet POWERLINK	2, 3-13, 5-13	CP 13/1 POWERLINK	13	1, 3-13, 4-13, 5-13, 6-13
14	EPA	2, 3-14, 5-14	CP 14/1 NRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/2 RT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 5-14	CP 14/3 FRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
		2, 3-14, 5-14	CP 14/4 MRT	14	1, 3-14, 4-14, 5-14, 6-14
15	MODBUS®-RTPS	2, 5-15	CP 15/1 MODBUS TCP	15	1, 5-15, 6-15
		2, 5-15	CP 15/2 RTPS	15	1, 5-15, 6-15
16	SERCOS	1, 5-16	CP 16/1 SERCOS I	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		1, 5-16	CP 16/2 SERCOS II	16	1, 2, 3-16, 4-16, 5-16, 6-16
		2, 3-2, 5-16	CP 16/3 SERCOS III	19	1, 3-19, 4-19, 5-19, 6-19
17	RAPIDnet	2, 3-17, 5-17	CP 17/1 RAPIDnet	21	1, 3-21, 4-21, 5-21, 6-21
18	SafetyNET p™	2, 3-18, 5-18	CP 18/1 SafetyNET p RTFL	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
		2, 3-18, 5-18	CP 18/2 SafetyNET p RTFN	22	1, 3-22, 4-22, 5-22, 6-22
19	MECHATROLINK	1, 5-19	CP 19/1 MECHATROLINK-II	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
		1, 5-19	CP 19/2 MECHATROLINK-III	24	1, 3-24, 4-24, 5-24, 6-24
20	ADS-net	2, 5-20	CP 20/ 1 ADS-net/μΣNETWORK-1000	25	1, 3-25, 4-25, 5-25, 6-25
		2, 5-20	CP 20/2 ADS-net/NX	25	1, 5-25, 6-25
21	FL-net	2, 5-21	CP 21/1 FL-net	26	1, 5-26, 6-26
ANMERKUNG Die Markenzeichen und Angaben der Handelsnamen sind in Anhang A aufgeführt.					

7.5 Funktional sichere Kommunikationsprofile nach IEC 61784-3

7.5.1 Allgemeines

Die Notwendigkeit, sichere Kommunikationssysteme zu entwickeln, ergibt sich vor einem industriellen Hintergrund, in dem Sicherheitsanforderungen durch wachsende Anforderungen seitens der Gesetzgebung sowie durch die Marktnachfrage beständig vorangetrieben werden, mit dem Ziel, das Personal ebenso wie Vermögenswerte zu schützen. Die Entwicklung von Sicherheitssystemen ging dabei einen ähnlichen Weg wie die Entwicklung der üblichen Steuerungssysteme, wo programmierbare und vernetzte Betriebsmittel die steigen-

den Anforderungen an Komplexität und Flexibilität von Automatisierungsanwendungen erfüllt haben. Die Entwicklung von Sicherheitsnetzwerken brachte auch für Sicherheitssysteme ähnliche Vorteile mit sich, wie beispielsweise einen reduzierten Verdrahtungsaufwand, eine einfachere Konfiguration und erweiterte Diagnosefähigkeiten.

7.5.2 Allgemeine Konzepte und technologiespezifische Profile

Die Reihe IEC 61784-3 ist in verschiedene Teile unterteilt, einen allgemeinen und mehrere technologiespezifische Teile:

- IEC 61784-3: Funktional sichere Übertragung bei Feldbussen – Allgemeine Regeln und Profilverfestlegungen,
- IEC 61784-3-*n*: Funktional sichere Übertragung bei Feldbussen – Zusätzliche Festlegungen für CPF *n*.

IEC 61784-3 definiert gemeinsame Prinzipien für die Übertragung sicherheitsrelevanter Nachrichten zwischen Teilnehmern in einem verteilten Netzwerk unter Verwendung von Feldbustechnologie in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Reihe IEC 61508 für funktionale Sicherheit. Diese Mechanismen haben zum Ziel, für das notwendige Vertrauen in den Informationstransport über einen Feldbus in einem sicherheitsbezogenen System und für ausreichendes Vertrauen in das sichere Verhalten im Falle von Feldbusfehlern zu sorgen. Sie können in verschiedenen industriellen Anwendungen wie der Prozesssteuerung, der Fertigungsautomatisierung und bei Maschinen eingesetzt werden.

IEC 61784-3-*n* legt funktional sichere Kommunikationsprofile (FSCP) für die Kommunikationsprofilfamilie (CPF *n*) fest, und zwar basierend auf den zugehörigen Feldbus-Kommunikationsprofilen nach IEC 61784-1 (oder IEC 61784-2) und IEC 61158:

- IEC 61784-3-1: Foundation™ for Safety Instrumented Functions (CPF 1, FSCP 1/1);
- IEC 61784-3-2: CIP Safety™ (CPF 2, FSCP 2/1);
- IEC 61784-3-3: PROFIsafe™ (CPF 3, FSCP 3/1);
- IEC 61784-3-6: INTERBUS Safety™ (CPF 6, FSCP 6/7);
- IEC 61784-3-8: CC-Link Safety™ (CPF 8, FSCP 8/1);
- IEC 61784-3-12: Safety-over-EtherCAT® (CPF 12, FSCP 12/1);
- IEC 61784-3-13: openSAFETY™ 1 (CPF 13, FSCP 13/1);
- IEC 61784-3-14: EPA Safety® (CPF 14, FSCP 14/1);
- IEC 61784-3-17: RAPIEnet Safety™ (CPF 17, FSCP 17/1)
- IEC 61784-3-18: SafetyNET p™ (CPF 18, FSCP 18/1).

Die Umsetzung von Sicherheit ist ein mehrstufiger Prozess.

- Funktional sichere Kommunikationsprofile (FSCP) sind für den Einsatz in Anwendungen vorgesehen, die funktionale Sicherheit bis zu einem vorgegebenen Sicherheits-Integritätslevel (SIL) benötigen. Allerdings hängt der resultierende SIL-Anspruch eines Untersystems von der tatsächlichen Implementierung und Verwendung des gewählten funktional sicheren Kommunikationsprofils innerhalb dieses Subsystems ab.
- Die Produktentwickler sind für die korrekte Implementierung des FSCP in einem Gerät verantwortlich, in Übereinstimmung mit allen maßgeblichen Sicherheitsnormen für dieses Gerät.
- Systemdesigner tragen die Verantwortung dafür sicherzustellen, dass das Sicherheitsnetzwerk sachgemäß entworfen, konfiguriert und eingesetzt wird, um die Sicherheit ihrer Anwendung sicherzustellen.

In jeder sicherheitsbezogenen Anwendung müssen zusätzliche Maßnahmen in Betracht gezogen werden, um Feldbussysteme gegen unberechtigten Zugriff zu schützen. Jedoch haben funktionale Sicherheit und IT-Sicherheit unterschiedliche Anforderungen (z. B. Lebenszyklen), sodass diese getrennt behandelt werden

¹ In der Vergangenheit war der Handelsname von FSCP 13/1 (openSAFETY) Ethernet POWERLINK safety.

(einige Anforderungen an die IT-Sicherheit werden in der Reihe IEC 62443 ausführlich beschrieben). Die IT-Sicherheitsfunktion kann entweder innerhalb des Gerätes eingebaut sein oder an externen Zugriffspunkten.

Wenn benötigt, sind spezielle Installationsrichtlinien für die funktional sicheren Kommunikationsprofile in IEC 61918 und/oder IEC 61784-5 enthalten und werden nur aus IEC 61784-3 referenziert.

IEC 61508 fordert höhere Stufen für die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). In IEC 61784-3 wird dargestellt, wie angemessene Stufen ausgewählt werden sollten, in Übereinstimmung mit den Festlegungen für Sicherheitsanforderungen und durch Verweisung auf andere Normen.

Nicht konforme Geräte am Bus können den Betrieb schwer stören und damit die Verfügbarkeit gefährden (aufgrund sporadischer Fehler, einschließlich Fehlalarmen), mit der Konsequenz, dass die Sicherheitsfunktion vom Nutzer ausgeschaltet wird.

Daher wird dringend empfohlen, dass für alle Produkte, die an einem Feldbus in einer sicherheitsbezogenen Anwendung angeschlossen sind (auch Standardgeräte), eine angemessene Konformitätserklärung für das entsprechende Feldbusprotokoll bereitgehalten wird (zum Beispiel eine Herstellererklärung oder eine Beurteilung durch eine Drittstelle).

IEC 61784-3 umfasst keine Aspekte der elektrischen Sicherheit und der Eigensicherheit.

7.5.3 Prüfleitfaden

Vor der Veröffentlichung von IEC 61784-3 wurde das deutsche Dokument GS-ET-26 (Grundsatz für die Prüfung und Zertifizierung von „Bussystemen für die Übertragung sicherheitsrelevanter Nachrichten“) von vielen Prüfungsstellen als Referenzdokument für die Beurteilung von sicherheitsbezogenen Geräten mit funktional sicheren Kommunikationstechnologien verwendet. Dieses Dokument deckte sowohl Entwicklungs- als auch Prüf Aspekte ab, benötigte jedoch Übersetzung, Aktualisierung und „Internationalisierung“.

Die allgemeinen Prinzipien, die in diesem Dokument für die Entwicklung funktional sicherer Kommunikation vorgestellt werden, wurden als Grundlage für IEC 61784-3 (allgemeiner Teil) verwendet, die in ihrem Anhang D auch einen Leitfaden für die Beurteilung eines bestimmten funktional sicheren Kommunikationsprofils oder Kommunikationssystems sowie von sicherheitsbezogenen Geräten, die diese Profile verwenden, enthält. Dieser Leitfaden legt fest, wie die Sicherheitsmaßnahmen eines bestimmten FSCP, das von einem Gerät implementiert wird, verifiziert werden.

Zusätzlich bietet IEC/TR 62685 einen eigenen Leitfaden zur Prüfung sicherheitsbezogener Geräte, die die funktional sicheren Kommunikationsprofile (FSCPs) von IEC 61784-3 verwenden. Sie deckt den Teil der Aspekte aus GS-ET-26 ab, die nicht in den Rahmen von IEC 61784-3 passen: Aspekte der Beurteilung von sicherer Kommunikation wie Testumgebungen, Nachweis erhöhter Störfestigkeit (EMV für funktionale Sicherheit), elektrische Sicherheit und andere Anforderungen durch die Umwelt.

ANMERKUNG 1 Dieser Prüfleitfaden ist nur auf Geräte mit funktional sicherer Kommunikation anwendbar, die entsprechend IEC 61508 und IEC 61784-3 entwickelt wurden, und deckt allgemeine industrielle Umgebungen, wie in IEC 61131-2 oder IEC 61000-6-2 definiert, und Umgebungen der Prozessautomatisierung, wie in IEC 61326 behandelt, ab.

ANMERKUNG 2 IEC/TR 62685 wurde auch als Technical Report auf europäischer Ebene (CLC/TR 62685) ratifiziert. Somit können die europäischen Prüfungsstellen das Dokument GS-ET-26 verwerfen und durch die beiden Normen IEC 61784-3 und IEC/TR 62685 ersetzen.

7.6 Installationsprofile nach IEC 61784-5

Die Reihe IEC 61784-5 legt in mehreren Teilen Installationsprofile für Feldbuskommunikationsnetzwerke fest, jeder Teil ist einer der CPFs, die in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 definiert sind, zugeordnet (siehe Tabelle 1). Diese Installationsprofile basieren auf IEC 61918, in der die allgemeinen Anforderungen festgelegt werden. Bild 9 enthält die Struktur von IEC 61918 und der Reihe IEC 61784-5. Der Lebenszyklus der Installation ist die Grundlage dieser Normen. IEC 61918 ist in Abschnitten mit den folgenden Überschriften strukturiert:

- IEC 61918, Abschnitt 4: Planung der Installation,
- IEC 61918, Abschnitt 5: Ausführung der Installation,
- IEC 61918, Abschnitt 6: Überprüfung der Installation und Abnahmeprüfung der Installation,
- IEC 61918, Abschnitt 7: Systemverwaltung der Installation,
- IEC 61918, Abschnitt 8: Instandhaltung und Fehlersuche.

Die Anforderungen an jeden Abschnitt des Lebenszyklus der Installation sind entsprechend des logischen Ablaufs der Installationsarbeiten aufgelistet. IEC 61918 definiert die gemeinsamen Installationsaspekte in Abschnitt 4 bis Abschnitt 8 für die zutreffenden Medien:

- auf Ethernet basierende Netzwerke,
- nicht auf Ethernet basierende Feldbusse,
- Kommunikation mit Aspekten der funktionalen Sicherheit,
- Kommunikation mit Aspekten der Eigensicherheit,
- Kommunikation mit Aspekten der IT-Sicherheit.

Die Installationsanforderungen für jedes CP einer CPF *n* sind in einem zugeordneten Anhang im entsprechenden Teil *n* von IEC 61784-5 definiert. Die Anforderungen werden durch Verweisungen auf die anwendbaren Anforderungen in IEC 61918 und durch das Hinzufügen CP-spezifischer Anforderungen an die Installation, sofern erforderlich, ausgedrückt.

Die Nummerierung der Abschnitte und Unterabschnitte in den Anhängen jedes Teils von IEC 61784-5 entspricht der Nummerierung der Hauptabschnitte und Unterabschnitte in IEC 61918.

Die Abschnitte und Unterabschnitte des Anhangs jedes Teils von IEC 61784-5 bestätigen, ergänzen, modifizieren oder ersetzen die Festlegungen in den entsprechenden Abschnitten und Unterabschnitten in IEC 61918.

Wenn in den normativen Anhängen eines Teils von IEC 61784-5 nur die Überschrift eines Unterabschnitts enthalten ist, bedeutet das, dass der entsprechende Unterabschnitt von IEC 61918 unverändert gilt.

Bild 9 zeigt, dass der relevante Anwendungsbereich jeweils in Abschnitt 1 von IEC 61918 und den einzelnen Teilen von IEC 61784-5 festgelegt wird. IEC 61918 legt die Anforderungen an die Installation in Abschnitt 2 bis 8 fest. In jedem Anhang jedes Teils von IEC 61784-5 werden die relevanten Anforderungen an die Installation aus IEC 61918 für ein bestimmtes CP aus der angegebenen CPF ausgewählt und die für die jeweiligen CPs notwendigen Zusätze angegeben.

Abschnitt 2 jedes Teils von IEC 61784-5 beschreibt die normativen Verweisungen. Abschnitt 3 jedes Teils von IEC 61784-5 beschreibt zusätzliche Begriffe und Abkürzungen für die entsprechende CPF. Abschnitt 4 jedes Teils von IEC 61784-5 liefert eine Übersicht der Festlegungen des Installationsprofils für die entsprechenden CPs. Abschnitt 5 jedes Teils von IEC 61784-5 beschreibt die Vereinbarungen für die Installationsprofile zusätzlich zu den grundlegenden Vereinbarungen aus der Einleitung des Dokuments. Abschnitt 6 jedes Teils von IEC 61784-5 beschreibt, wie die Übereinstimmung mit den Installationsprofilen formuliert werden soll.

Die für die Teile der Reihe IEC 61784-5 übernommene Struktur, bei der die Installationsprofile in den Anhängen mit der gleichen Nummerierung wie in IEC 61918 festgelegt sind, erleichtert das Lesen der Informationen über die Profile in Verbindung mit IEC 61918 und ermöglicht es, direkt zu erkennen, bei welchen Anforderungen es sich um spezifische Anforderungen für das gewählte CP handelt.

Soweit dies möglich ist, wurden die speziellen Anforderungen an die Installation als Verweisungen auf geeignete andere Internationale Normen, technische Spezifikationen oder weltweit akzeptierte Standards ausgedrückt.

	Überschrift Ebene 1	Überschrift Ebene 2	Überschrift Ebene 3	Anhang Titel	Anhang Überschrift Ebene 1	Anhang Überschrift Ebene 2	Anhang Überschrift Ebene 3
IEC 61918	IEC-Standardabschnitte (Anwendungsbereich, normative Verweisungen, Begriffe) und Lebenszyklus						
		Logische Abarbeitungsreihenfolge					
			Gemeinsame technische Anforderungen an die Installation				
IEC 61784-5 Teil <i>n</i> (für CPF _{<i>n</i>})	IEC-Standardabschnitt (Anwendungsbereich), CPF _{<i>x</i>} Übersicht, Profilvereinbarungen und Konformität						
		Nicht allgemein festgelegt		Anhang A ... Z (normativ) CP- oder PhL-spezifische Installationsprofile			
			Nicht allgemein festgelegt		IEC-Standardabschnitte (Anwendungsbereich, normative Verweisungen, Begriffe) und Lebenszyklus		
						Logische Abarbeitungsreihenfolge	
							Spezifische technische Anforderungen an die Installation

Bild 9 – Dokumentenstruktur von IEC 61918 und des CPF-spezifischen Teils von IEC 61784-5

7.7 Kommunikationsprofile für Funkkommunikationsnetzwerke

Einige Profile für die Funkkommunikation sind in IEC 61784-2 durch Verweis auf existierende Normen für drahtlose PhL und Teile der Festlegungen für drahtlose DLL festgelegt und kombinieren diese mit den DLL- und AL-Festlegungen in IEC 61158.

Da einige Funkkommunikationsnetzwerke andere oder zumindest zusätzliche Anforderungen als die drahtgebundenen Feldbusse (zum Beispiel ein zusätzliches explizites Netzwerkmanagement) haben, werden sie in anderen internationalen Normen festgelegt, zum Beispiel in IEC 62591, IEC 62601 und IEC 62734.

Allgemeine Anforderungen an die Funkkommunikation und Überlegungen zur Frequenznutzung finden sich in IEC/TS 62657-1. Der Einsatz von Funkkommunikationsnetzwerken erfordert unter Umständen weitere Maßnahmen zum Koexistenzmanagement für Funkkommunikation entsprechend den Festlegungen in IEC 62657-2.

8 Kurze Zusammenfassung der Eigenschaften von Diensten und Protokollen für jeden Typ von Feldbus

8.1 Zusammenfassung der Eigenschaften der Dienste und Protokolle des Physical Layers

8.1.1 Typ 1: Medium

8.1.1.1 Typ 1: Verdrillte Leitungspaare

Für das Medium „Verdrillte Leitungspaare“, legt Typ 1 zwei Arten der Kopplung und verschiedene Signalübertragungsgeschwindigkeiten wie folgt fest:

- a) Spannungs-Betriebsart (parallele Kopplung), 150 Ω , Datenraten von 31,25 kbit/s bis 25 Mbit/s,
- b) Spannungs-Betriebsart (parallele Kopplung), 100 Ω , 31,25 kbit/s;
- c) Strom-Betriebsart (serielle Kopplung), 1,0 Mbit/s einschließlich zweier Stromvarianten.

Die Varianten der Spannungs-Betriebsart dürfen mit induktiver Kopplung über Transformatoren ausgeführt werden. Dies ist nicht verpflichtend, wenn die Anforderungen von IEC 61158-2 an die Isolation durch andere Maßnahmen erfüllt werden.

Der Physical Layer des Typ-1-Mediums „Verdrillte Leitungspaare“ (oder „Nicht-verdrillte Leitungspaare“) bietet die folgenden Wahlmöglichkeiten:

- keine Stromversorgung über die Busadern, nicht eigensicher,
- Stromversorgung über die Busadern, nicht eigensicher,
- keine Stromversorgung über die Busadern, eigensicher,
- Stromversorgung über die Busadern, eigensicher.

8.1.1.2 Typ 1: Optische Medien

Die Hauptvarianten des Typ-1-Mediums „optische Fasern“ sind wie folgt:

- Doppelfasermodus, Datenraten von 31,25 kbit/s bis 25 Mbit/s,
- Einzelfasermodus, 31,25 kbit/s.

8.1.2 Typ 2: Koaxialkabel und optische Medien

Typ 2 verwendet ISO/IEC 8802-3, ISO 11898-1 und ISO 11898-2 und beinhaltet die folgenden Varianten:

- Koaxial-Kupferkabel, 5 Mbit/s,
- optische Fasern, 5 Mbit/s,
- Netzwerkzugriffsport (en: network access port; NAP), eine temporäre Punkt-zu-Punkt-Anschlussvorrichtung, die zu Programmier-, Konfigurations-, Diagnose- oder anderen Zwecken verwendet werden kann,
- Repeater-Unterschichten (RM, RRM) und redundante Physical Layer.

8.1.3 Typ 3: Verdrillte Leitungspaare und optische Medien

Typ 3 legt die folgenden synchronen Übertragungen fest:

- a) verdrillte Leitungspaare, 31,25 kbit/s, Spannungs-Betriebsart (parallele Kopplung) mit den Wahlmöglichkeiten:

- Stromversorgung über die Busadern, nicht eigensicher,
 - Stromversorgung über die Busadern, eigensicher,
- und die folgenden asynchronen Übertragungsvarianten:
- b) verdrehte Leitungspaare, bis zu 12 Mbit/s, ANSI TIA/EIA-485-A,
- c) optische Fasern, bis zu 12 Mbit/s, mit Typ A4a von IEC 60793-2-40 und Typ A3c von IEC 60793-2-30.

8.1.4 Typ 4: Kabelmedium

Typ 4 legt den PhL und das Kabelmedium nach der Norm ISO/IEC 8802-3 mit einem RS-485-Kabelmedium mit bis zu 76,8 kbit/s fest.

8.1.5 Typ 5: Kabel und optische Medien

Typ 5 verwendet den PhL nach der Norm ISO/IEC 8802-3.

8.1.6 Typ 6: zurückgezogen

8.1.7 Typ 7: Kabel und optische Medien

Typ 7 legt die gleichen Kabel- und optische Medien wie Typ 1 fest.

8.1.8 Typ 8: Verdrehte Leitungspaare und optische Medien

Der Physical Layer ermöglicht auch die Übertragung von Dateneinheiten, die über einen Medienzugriff vom Übertragungsmedium direkt über einen anderen Medienzugriff und seinem Übertragungsprotokoll zu einem anderen Gerät empfangen wurden.

Typ 8 legt die folgenden Varianten fest:

- verdrehte Leitungspaare, bis zu 16 Mbit/s,
- optische Fasern, bis zu 16 Mbit/s,

Die allgemeine Eigenschaft dieser Übertragungsmedien ist Vollduplex-Übertragung.

8.1.9 Typ 9: Kabel und optische Medien

Typ 9 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3 und siehe 0.

8.1.10 Typ 10: Kabel, optische Medien und Funk

Typ 10 legt den PhL nach IEEE 802.3, IEEE 802.11 und IEEE 802.15.4 und zusätzlich optische Fasern entsprechend Typ A4a von IEC 60793-2-40 und Typ A3c von IEC 60793-2-30 fest.

8.1.11 Typ 11: Kabel und optische Medien

Typ 11 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.12 Typ 12: Kabel und optische Medien

Typ 12 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3 mit der Variante Kabelmedium, 100 Mbit/s, Low Voltage Differential Signaling (parallele Kopplung), wie in ANSI TIA/EIA-644-A festgelegt.

8.1.13 Typ 13: Kabel und optische Medien

Typ 13 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.14 Typ 14: Kabel und optische Medien

Typ 14 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.15 Typ 15: Kabel und optische Medien

Typ 15 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.16 Typ 16: Optische Medien

Typ 16 legt optische Fasern mit bis zu 16 Mbit/s fest.

8.1.17 Typ 17: Kabel und optische Medien

Typ 17 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.18 Typ-18-Medien

Typ 18 legt die folgenden Varianten fest:

- symmetrische Übertragung über ein abgeschirmtes Dreileiter-Kabelmedium, bis zu 10 Mbit/s und 1 200 m,
- symmetrische Übertragung über ein nicht geschirmtes Vierleiter-Kabelmedium mit Energieverteilung über das Netzwerk, bis zu 2,5 Mbit/s und 500 m.

8.1.19 Typ 19: Kabel und optische Medien

Typ 19 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.20 Typ 20

Typ 20 verwendet binäre phasenstarre Frequenzumtastung (FSK). Ein relativ hochfrequenter Strom wird einem niederfrequenten Analogsignal, üblicherweise im Bereich 4 mA bis 20 mA, überlagert.

8.1.21 Typ 21: Kabel und optische Medien

Typ 21 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.22 Typ 22: Kabel und optische Medien

Typ 22 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.23 Typ 23: Kabel und optische Medien

Typ 23 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.24 Typ 24: Verdrillte Leitungspaare

Typ 24 legt ein Kabelmedium mit verdrehten Leitungspaaren bei 10 Mbit/s fest und verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.25 Typ 25:

Typ 25 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3.

8.1.26 Typ 26: Kabel und optische Medien

Typ 26 verwendet den PhL nach ISO/IEC 8802-3 mit einem verdrehten Leitungspaar und optischen Fasern bei 100 Mbit/s.

8.2 Zusammenfassung der Eigenschaften des Data-Link-Layer-Dienstes

In der entsprechenden Reihe IEC 61158-3 sind mehrere unterschiedliche Typen von Diensten definiert; diese werden in diesem Teil zusammengefasst. Jeder hat ein zugehöriges Protokoll im zugehörigen Teil der Reihe IEC 61158-4. Die unterschiedlichen Typen der DL-Dienste sind:

ANMERKUNG 1 Einige Typen legen keine DL-Dienste in IEC 61158 fest. Die zugehörigen Typbezeichnungen werden in der Reihe IEC 61158-3 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit anderen Teilen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 1 – Ein DL-Dienst, der eine Übermenge der Dienste, die von OSI-Data-Link-Protokollen wie in ISO/IEC 8886 festgelegt erwartet werden, zur Verfügung stellt.

Typ 2 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungsorientierte und eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 3 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 4 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

ANMERKUNG 2 Der Typ-6-DL-Dienst wurde aufgrund mangelnder Marktrelevanz gelöscht. Die Bezeichnung Typ 6 ist in der Reihe IEC 61158 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit den anderen Typen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 7 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungsorientierte und eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die von in ISO/IEC 8886 festgelegten OSI-Data-Link-Protokollen bereitgestellt werden.

Typ 8 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungsorientierte Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 11 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 12 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 13 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 14 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 16 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 17 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 18 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungsorientierte Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 19 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 21 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 22 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungsorientierte und eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 23 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 24 – Ein DL-Dienst, der eine verbindungslose Untermenge der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 25 – Ein DL-Dienst, der verbindungslose und verbindungsorientierte Untermengen der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

Typ 26 – Ein DL-Dienst, der verbindungslose und verbindungsorientierte Untermengen der Dienste zur Verfügung stellt, die in ISO/IEC 8886 festgelegt sind.

ANMERKUNG 3 Viele dieser Dienst-Typen können mit mehreren Protokollen höherer Schichten verwendet werden. Zusätzlich zur potentiellen Fähigkeit dieser Typen von Data-Link-Diensten, verschiedene Typen von Feldbus-Application-Layer-Protokollen zu unterstützen, ist es möglich, dass einige dieser Typen von Data-Link-Diensten auch

- a) den OSI-Network-Layer an der Grenze zwischen dem Network- und dem Data-Link-Layer des OSI-Basis-Referenzmodells,
- b) den IETF-(IP)-Network-Layer unterstützen können.

Je nach Anwendungsbereich der Adressierung ist es gegebenenfalls auch möglich, dass einige dieser Typen von Data-Link-Diensten auch als

- c) ein-OSI-Transport-Layer-Dienst dienen können.

8.3 Zusammenfassung der Eigenschaften des Data-Link-Layer-Protokolls

Der Feldbus-Data-Link-Layer stellt die grundlegende zeitkritische Nachrichtenkommunikation zwischen den Geräten in einer Automatisierungsumgebung zur Verfügung.

Die Reihe IEC 61158-4 definiert verschiedene, nicht interoperable Feldbus-Data-Link-Protokolle, von denen jedes eng mit den Diensten des zugehörigen Teils der Reihe IEC 61158-3 von Feldbus-Data-Link-Dienstfestlegungen verbunden ist. Die unterschiedlichen Typen von DL-Protokollen sind wie folgt:

ANMERKUNG 1 Einige Typen legen keine DL-Protokolle in IEC 61158 fest. Die zugehörigen Typbezeichnungen werden in der Reihe IEC 61158-4 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit anderen Teilen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 1 – Ein DL-Protokoll für den Typ-1-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist 56k Verbindungen mit 232 Knoten, jeder mit 240 DLSAP-Adressen und damit verbundenen Peer- und Publisher-DLCEPs, zuzüglich weiterer 768 verbindungsweiter DL-Gruppen-Adressen je Verbindung, zuzüglich weiterer 256 DLSAP-Adressen und 2816 Peer- und Publisher-DLCEPs je Verbindung, die unter den Verbindungsknoten aufgeteilt werden können, zuzüglich 2^{27} DL-Gruppen-Adressen für den erweiterten Verbindungszweig. Eine geringere Anzahl von Verbindungen oder Knoten ermöglicht eine höhere Anzahl von DLSAP-Adressen und zugehörigen DLCEPs.

Typ 2 – Ein DL-Protokoll für den Typ-2-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine unbegrenzte Anzahl von Verbindungen mit 99 Knoten, jeder mit 255 DLSAP-Adressen. Jede Verbindung besitzt höchstens 2^{24} verbundene Peer- und Publisher-DLCEPs.

Typ 3 – Ein DL-Protokoll für den Typ-3-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine unbegrenzte Anzahl von Verbindungen mit 127 Knoten, jeder mit 66 DLSAP-Adressen.

Typ 4 – Ein DL-Protokoll für den Typ-4-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine praktisch unbegrenzte Anzahl von Verbindungen, jede mit 125 Knoten.

ANMERKUNG 2 Typ 6 wurde aufgrund mangelnder Marktrelevanz gelöscht. Die Bezeichnung Typ 6 ist in der Reihe IEC 61158 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit den anderen Typen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 7 – Ein DL-Protokoll für den Typ-7-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist 126 Verbindungen mit 256 Knoten, jeder mit 16 DLSAP-Adressen und 16 DL-Gruppenadressen, zuzüglich weiterer 28k DLSAP-Adressen und damit verbundener Peer- und Publisher-DLCEPs je Verbindung, die unter den Verbindungs-

knoten aufgeteilt werden können, zuzüglich weiterer 28k verbindungsweiter DL-Gruppen-Adressen je Verbindung, zuzüglich 2^{23} DL-Gruppen-Adressen für den erweiterten Verbindungszweig.

Typ 8 – Ein DL-Protokoll für den Typ-8-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine Verbindung von 256 Knoten mit vorkonfigurierten DLCEPs.

Typ 11 – Ein DL-Protokoll für den Typ-11-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine einzelne Verbindung mit 254 Knoten, mit 4 096 Peer- und Publisher-DLCEPs, die unter den Verbindungsknoten aufgeteilt werden können.

Typ 12 – Ein DL-Protokoll für den Typ-12-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine unbegrenzte Anzahl von Segmenten mit jeweils 2^{16} Knoten. Jeder Knoten hat höchstens 2^{16} verbundene Peer- und Publisher/Subscriber-DLCEPs.

Typ 13 – Ein DL-Protokoll für den Typ-13-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine einzelne Verbindung mit 254 DLSAP-Adressen. Jeder Knoten hat höchstens 254 verbundene Peer- und 254 Publisher/Subscriber-DLCEPs.

Typ 14 – Ein DL-Protokoll für den Typ-14-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine unbegrenzte Anzahl von Mikro-Segmenten mit 254 Knoten. Jeder Knoten hat höchstens 2^{16} verbundene Peer- und Publisher/Subscriber-DLCEPs.

Typ 16 – Ein DL-Protokoll für den Typ-16-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine Verbindung mit 254 DLSAP-Adressen.

Typ 17 – Ein DL-Protokoll für den Typ-17-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist 31 Verbindungen mit 64 Knoten mit vorkonfigurierten DLCEPs.

Typ 18 – Ein DL-Protokoll für den Typ-18-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine Verbindung mit 128 DLSAP-Adressen.

Typ 19 – Ein DL-Protokoll für den Typ-19-DL-Dienst, aufgesetzt auf ISO/IEC 8802-3.

Typ 21 – Ein DL-Protokoll für den Typ-21-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine Verbindung mit 255 DLSAP-Adressen.

Typ 22 – Ein DL-Protokoll für den Typ-22-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist 2^{14} Knoten mit einer Gesamtzahl von 2^{24} DLSAP-Adressen.

Typ 23 – Ein DL-Protokoll für den Typ-23-DL-Dienst, aufgesetzt auf ISO/IEC 8802-3.

Typ 24 – Ein DL-Protokoll für den Typ-24-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine Verbindung mit 62 DLSAP-Adressen.

Typ 25 – Ein DL-Protokoll für den Typ-25-DL-Dienst. Die oberste Systemgröße ist eine einzelne Verbindung mit 128 Knoten.

Typ 26 – Ein DL-Protokoll für den Typ-26-DL-Dienst (aufgesetzt auf ISO/IEC 8802-3). Die oberste Systemgröße ist eine einzelne Verbindung mit 254 Knoten, mit höchstens 8 704 verbundenen Peer- und Publisher-DLCEPs, die unter den Verbindungsknoten aufgeteilt werden können.

ANMERKUNG 3 Die Verwendung einiger dieser Protokolltypen wird durch die Inhaber des Copyrights eingeschränkt. In jedem Fall ist es möglich, einen bestimmten Data-Link-Layer-Protokolltyp ohne Einschränkung einzusetzen, wenn er zusammen mit den Physical-Layer- und den Application-Layer-Protokollen des gleichen Typs oder in anderen Kombinationen nach Festlegung in Reihe IEC 61784 verwendet wird. Die Verwendung der verschiedenen Protokolltypen in anderen Kombinationen erfordert die Erlaubnis des jeweiligen Inhabers des Copyrights.

8.4 Zusammenfassung der Eigenschaften der Application-Layer-Dienste

FAL-Dienste und -Protokolle werden durch FAL-Anwendungsinstanzen (AE) innerhalb der Anwendungsprozesse bereitgestellt. Die FAL-AE setzt sich zusammen aus einem Satz von objektorientierten Anwendungsdienstelementen (ASEs) und einer Layer-Managementinstanz (LME), die die AE steuert. Die ASEs stellen Kommunikationsdienste zur Verfügung, die mit einem Satz verbundener Klassen von Anwendungsprozessobjekten (APO) arbeiten. Eine der FAL-ASEs ist ein Management-ASE, das einen allgemeinen Satz von Diensten zum Verwalten der Instanzen der FAL-Klassen bereitstellt.

Obwohl diese Dienste aus Sicht der Anwendung festlegen, wie Anfragen und Antworten ausgegeben werden, enthalten sie keine Festlegungen dazu, wie die anfragende und die antwortende Anwendung darauf reagieren soll. Das bedeutet, dass das Verhalten der Anwendung nicht festgelegt ist, sondern lediglich festgelegt ist, welche Anfragen und Antworten gesendet/empfangen werden können. Dies gibt dem FAL-Nutzer eine größere Flexibilität bei der Standardisierung des Verhaltens solcher Objekte. Zusätzlich zu diesen Diensten sind in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-5 auch einige unterstützende Dienste definiert, die einen Zugriff auf den FAL ermöglichen, um verschiedene Aspekte seiner Arbeitsweise zu steuern.

In den jeweiligen typspezifischen Teilen von IEC 61158-5 sind verschiedene Modelle der Kommunikation festgelegt; diese werden in diesem Teil von IEC 61158 zusammengefasst. Jedes Modell ist als ein eigener Kommunikations-„Typ“ festgelegt. Jeder Typ hat ein zugehöriges Protokoll im typspezifischen Teil von IEC 61158-6. Die unterschiedlichen Typen von AL-Diensten sind wie folgt:

ANMERKUNG Die Typ-1- und Typ-6-Anwendungsdienste wurden aufgrund mangelnder Marktrelevanz gelöscht. Die Bezeichnungen Typ 1 und Typ 6 sind in der Reihe IEC 61158-5 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit den anderen Typen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 2 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern drei Haupttypen von ASEs zur Verfügung stellt, auf die entweder über eine verbindungslose AR oder eine von vier verbindungsorientierten ARs zugegriffen wird.

Typ 3 – Ein Anwendungsdienst, der Zugriff auf zwei Typen von verbindungsorientierten AR-Definitionen für drei Typen von FAL-Nutzern (Master Class 1, Master Class 2 und Slave) zur Verfügung stellt.

Typ 4 – Ein Anwendungsdienst, der Zugriff auf einen Typ von verbindungslosen FAL-AEs zur Verfügung stellt, und zwar über einen Satz von ASE-Dienstprimitiven, aufgeteilt in AR-ASE-Dienstprimitive und REP-ASE-Dienstprimitive.

Typ 5 – Ein Anwendungsdienst, der Typ-9-Dienste so anpasst, dass sie über Socket-basierte, verbindungsorientierte und verbindungslose Dienste eingesetzt werden können. Typische Anwendungen von Typ 5 nutzen TCP und UDP.

Typ 7 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern sechs Typen von ASEs zur Verfügung stellt, auf die entweder über eine vordefinierte, eine vereinbarte oder eine Ad-hoc-AR zugegriffen wird.

Typ 8 – Ein Anwendungsdienst mit fünf ASEs, der Zugriff auf zwei Typen von verbindungsorientierten und einen Typ verbindungsloser AR-Anwendungsdienstelemente für zwei Typen von FAL-Nutzern (Master und Slave) zur Verfügung stellt.

Typ 9 – Ein Anwendungsdienst, der ISO 9506 (MMS) für den Einsatz über den Typ-1-Data-Link-Layer anpasst.

Typ 10 – Ein Anwendungsdienst, der Zugriff auf vier Typen von verbindungsorientierten AR-Definitionen für drei Typen von FAL-Nutzern (IO-Supervisor, IO-Controller und IO-Device) zur Verfügung stellt.

Typ 11 – Ein Anwendungsdienst, der unbestätigte 1-n-Publisher/Subscriber-ARs zur Verfügung stellt.

Typ 12 – Ein Anwendungsdienst, der verbindungslosen zyklischen Datenaustausch für spontane Kommunikation für verschiedene ASEs zur Verfügung stellt.

Typ 13 – Ein Anwendungsdienst, der vier ASEs für FAL-Nutzer mit bestätigten verbindungsorientierten und unbestätigten verbindungslosen ARs zur Verfügung stellt.

Typ 14 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern Zugriff auf drei Typen von objektorientierten ASEs (Anwendungszugriff, Socket Mapping und FAL-Management) zur Verfügung stellt.

Typ 15 – Ein Anwendungsdienst, der Zugriff auf zwei Kommunikationsmodelle zur Verfügung stellt, eins mit einem ASE-Typ und zwei AR-Typen, das andere mit einem ASE-Typ und einem AR-Typ.

Typ 16 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern drei ASEs zur Verfügung stellt, auf die über zwei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 17 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern Zugriff auf sechs Typen von ASEs (Variable, Ereignis, Speicherbereich, Funktionsaufruf, Zeit- und Netzwerkmanagement) zur Verfügung stellt.

Typ 18 – Ein Anwendungsdienst, der Zugriff auf vier Typen von verbindungsorientierten AR-Definitionen für zwei Typen von FAL-Nutzern (Master und Slave) zum Zugriff auf die zwei Klassen von Typ-18-DLEs zur Verfügung stellt.

Typ 19 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern drei ASEs zur Verfügung stellt, auf die über drei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 20 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern zwei ASEs mit einem einzelnen Typ von AR zur Verfügung stellt.

Typ 21 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern vier ASEs zur Verfügung stellt, auf die über drei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 22 – Ein Anwendungsdienst für verbindungslosen zyklischen Datenaustausch und für verbindungsorientierte Kommunikation für verschiedene ASEs.

Typ 23 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern sechs ASEs zur Verfügung stellt, auf die über zwei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 24 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern drei ASEs zur Verfügung stellt, auf die über zwei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 25 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern vier Typen von ASEs zur Verfügung stellt, auf die über drei Typen von ARs zugegriffen wird.

Typ 26 – Ein Anwendungsdienst, der FAL-Nutzern sechs Typen von ASEs zur Verfügung stellt, auf die über eine verbindungslose unbestätigte 1-n-Publisher/Subscriber-AR, eine verbindungslose bestätigte AR und eine verbindungsorientierte AR zugegriffen wird. Anwendungen vom Typ 26 nutzen UDP/IP- und TCP/IP-Protokolle als Data-Link-Layer-Dienste.

8.5 Zusammenfassung der Eigenschaften der Application-Layer-Protokolle

Der Feldbus Application Layer (FAL) ist ein Application-Layer-Kommunikationsstandard, der dafür ausgelegt ist, die Übermittlung zeitkritischer Anfragen und Antworten von Anwendungen zwischen Geräten in einer Automatisierungsumgebung zu unterstützen. Der Begriff „zeitkritisch“ wird verwendet, um die Existenz eines Zeitfensters zu beschreiben, innerhalb dessen eine oder mehrere geforderte Aktionen mit einem definierten Grad an Sicherheit abgeschlossen werden müssen. Das Scheitern der Durchführung der geforderten Aktion innerhalb des Zeitfensters birgt die Gefahr des Scheiterns der Anwendung, die diese Aktion angefordert hat, mit der daraus entstehenden Gefahr für Ausrüstung, Anlage und möglicherweise das menschliche Leben.

Die typspezifischen Teile von IEC 61158-6 legen die Interaktionen zwischen abgesetzten Anwendungen fest, und zwar in Bezug auf

- die Kodierungsregeln, die für alle Application-Layer-Protokolldateneinheiten (APDUs) gültig sind,

- die formalen Definitionen der abstrakten Syntax dieser APDUs,
- die Beschreibungen der Protokollzustandsmaschine, die die APDUs und die Primitive in der korrekten Abfolge behandeln,
- die Abbildungen der APDUs auf die und von den Data-Link-Layer-Dienste(n), die in IEC 61158-3 definiert sind.

Bei der Konzeption der Regeln zur Kodierung des FAL wurde davon ausgegangen, dass der Encoder (Sender) und der Decoder (Empfänger) über eine gemeinsame Kenntnis von der abstrakten Syntax verfügen. Wann immer möglich, werden Datentypbezeichner nicht kodiert und über das Netzwerk übertragen.

ANMERKUNG 1 Daher ist die Abstrakte Syntax Notation Eins/Basiskodierungsregel nicht geeignet für den FAL.

Der Zweck der typspezifischen Teile von IEC 61158-6 besteht in der Definition des Protokolls, das

- dem Feldbus-Data-Link-Layer an der Grenze zwischen dem Application Layer und dem Data Link Layer des Feldbusreferenzmodells und
- dem Systemmanagement an der Grenze zwischen dem Systemmanagement und dem Application Layer des Feldbusreferenzmodells zur Verfügung gestellt wird.

Ein typspezifischer Teil von IEC 61158-6 definiert das Application-Layer-Protokoll, das zu den Application-Layer-Dienst-Definitionen gehört, die im typspezifischen Teil von IEC 61158-5 festgelegt sind.

Obwohl möglicherweise verschiedene Protokolltypen im gleichen Netzwerk eingesetzt werden können – vorausgesetzt, die unterlagerten Schichten sind kompatibel –, garantiert diese Festlegung keine Interoperabilität zwischen diesen unterschiedlichen Typen.

Die verschiedenen Kommunikationsprotokolle werden in den typspezifischen Teilen von IEC 61158-6 festgelegt und in diesem Teil von IEC 61158 zusammengefasst. Jedes Protokoll ist als ein eigener Kommunikations-„Typ“ festgelegt. Jedes verfügt über eine zugehörige Dienstdefinition im zugehörigen typspezifischen Teil von IEC 61158-5. Die verschiedenen Typen von AL-Protokollen sind wie folgt:

ANMERKUNG 2 Die Typ-1- und Typ-6-Anwendungsprotokolle wurden aufgrund mangelnder Marktrelevanz gelöscht. Die Bezeichnungen Typ 1 und Typ 6 sind in der Reihe IEC 61158-6 reserviert, um die Konsistenz der Nummerierung mit den anderen Typen und vorangegangenen Ausgaben von IEC 61158 zu wahren.

Typ 2 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 2 festlegt.

Typ 3 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 3 festlegt.

Typ 4 – Ein Anwendungsprotokoll, das Zustandsmaschinen für die Dekodierung der in der APDU gespeicherten Informationen und eine DLL-Mapping-Protokollmaschine, die die Schnittstelle zum DLL behandelt, zur Verfügung stellt.

Typ 5 – Ein Anwendungsprotokoll, das Hochleistungstransfers von Typ-5-Diensten ermöglicht, und zwar mittels des Einsatzes von Nachrichten mit festem Format, die für die Ausrichtung an 4- oder 8-Oktett-Grenzen konfiguriert werden können.

Typ 7 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 7 festlegt.

Typ 8 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 8 festlegt.

Typ 9 – Ein Anwendungsprotokoll, das für die Übertragung von Typ-9-Diensten über einen Typ-1-Data-Link-Layer mit begrenzter Datenrate optimiert ist.

Typ 10 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 10 festlegt.

Typ 11 – Ein Anwendungsprotokoll, das den Zugriff auf unbestätigte 1-n-Publisher/Subscriber-ARs auf den fest eingerichteten AREPs zur Verfügung stellt.

Typ 12 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 12 festlegt.

Typ 13 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 13 festlegt.

Typ 14 – Ein Anwendungsprotokoll, das Objektdefinitionen, abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 14 festlegt.

Typ 15 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 15 festlegt.

Typ 16 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 16 festlegt.

Typ 17 – Ein Anwendungsprotokoll, das die Kommunikation zwischen ASEs mittels fünf Typen von AR mit vier Rollen-Typen (Client, Server, Publisher und Subscriber) zur Verfügung stellt.

Typ 18 – Ein Anwendungsprotokoll, das vier Typen von verbindungsorientierten AR-Definitionen für zwei Typen von FAL-Nutzern (Master und Slave) zur Verfügung stellt, um auf die zwei Klassen einer Typ-18-DLE zuzugreifen.

Typ 19 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 19 festlegt.

Typ 20 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 20 festlegt.

Typ 21 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 21 festlegt.

Typ 22 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 22 festlegt.

Typ 23 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 23 festlegt.

Typ 24 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 24 festlegt.

Typ 25 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 25 festlegt.

Typ 26 – Ein Anwendungsprotokoll, das abstrakte Syntax, Kodierung und Verhalten von Anwendungsdienstelementen vom Typ 26 festlegt und Kommunikation zwischen ASEs unter Verwendung von drei Typen verbindungsloser unbestätigter 1-n-Publisher/Subscriber-ARs auf den fest eingerichteten AREPs, Socket-basierter verbindungsloser bestätigter AR und verbindungsorientierter AR mit vier Rollen-Typen (Client, Server, Publisher und Subscriber) zur Verfügung stellt.

ANMERKUNG 3 Die Verwendung einiger dieser Protokolltypen wird durch die Inhaber des Copyrights eingeschränkt. In jedem Fall ist es möglich, einen bestimmten Application-Layer-Protokolltyp ohne Einschränkung einzusetzen, wenn er zusammen mit den Physical-Layer- und den Data-Link-Layer-Protokollen des gleichen Typs oder in anderen Kombinationen verwendet wird.

nen nach Festlegung in IEC 61784-1 und IEC 61784-2 verwendet wird. Die Verwendung der verschiedenen Protokolltypen in anderen Kombinationen erfordert die Erlaubnis des jeweiligen Inhabers des Copyrights.

9 Application Layer – Beschreibung der Dienste – Prinzipien

9.1 Übersicht

Der Feldbus ist für die Nutzung in Fabriken und Fertigungsanlagen gedacht, um primäre Automatisierungsgeräte (z. B. Sensoren, Aktoren, lokale Bediengeräte, Signaltafeln, speicherprogrammierbare Steuerungen, kleine Universalregler und autarke Feldsteuerungen) mit einer zentral platzierten Steuerungs- und Überwachungs-ausrüstung zu verbinden.

Primäre Automatisierungsgeräte gehören den unteren Ebenen der industriellen Automatisierungshierarchie an und üben eine begrenzte Anzahl an Funktionen innerhalb eines begrenzten Zeitfensters aus. Zu diesen Funktionen gehören unter anderem Diagnoseverfahren, Datenprüfung und der Umgang mit mehreren Eingängen und Ausgängen.

Diese primären Automatisierungsgeräte, auch „Feldgeräte“ genannt, sind in räumlicher Nähe zu Fertigungsstoffen, dem Fertigungsteil, der Maschine, dem Bediener und der Automatisierungsumgebung aufgestellt. Damit wird der Feldbus auf den unteren Ebenen der Computer-Integrated-Manufacturing-Architektur (CIM-Architektur) verwendet.

Vom Einsatz eines Feldbusses wird erwartet, dass er die Verkabelung verringert, die austauschbare Datenmenge vergrößert, eine stärkere Verteilung der Steuerung zwischen primären Automatisierungsgeräten und der zentralen Steuerungsausrüstung erlaubt und zeitkritische Vorgaben bedient.

In den Unterabschnitten 0 bis 0 werden die Grundlagen des FAL beschrieben. Umfangreiche Informationen zu den einzelnen FAL-ASE finden sich jeweils im Unterabschnitt „Überblick“ in den Festlegungen des jeweiligen Kommunikationsmodells.

9.2 Beziehungen in der Architektur

9.2.1 Beziehung zum Application Layer des OSI-Basisreferenzmodells

Die Funktionen des FAL wurden gemäß den Prinzipien der OSI-Schichtenmodellierung beschrieben. Die Beziehungen zu den unteren Ebenen der Architektur unterscheiden sich hingegen, wie in Bild 10 gezeigt wird.

- Der FAL umfasst OSI-Funktionen sowie Erweiterungsfunktionen, um zeitkritische Anforderungen erfüllen zu können. Den Festlegungen des FAL liegt der OSI-Standard zur Struktur des Application Layers (ISO/IEC 9545) zugrunde.
- Der FAL verwendet direkt die Dienste einer darunter liegenden Schicht. Die darunter liegende Schicht kann beispielsweise der Data Link Layer oder eine andere Zwischenschicht sein. Beim Gebrauch der darunter liegenden Schicht kann der FAL Funktionen übernehmen, die üblicherweise zu den mittleren OSI-Schichten gehören, um die ordnungsgemäße Abbildung auf die darunter liegende Schicht sicherzustellen.

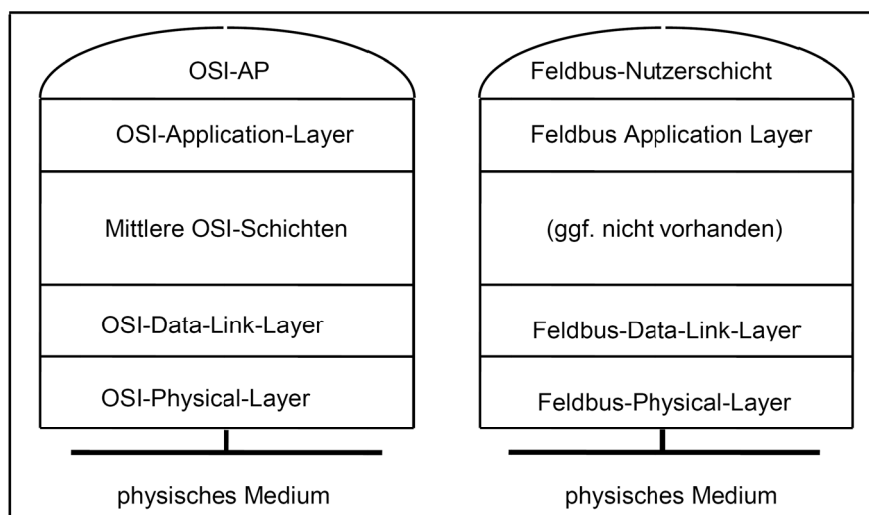


Bild 10 – Beziehung zum OSI-Basisreferenzmodell

9.2.2 Beziehungen zu anderen Feldbusinstanzen

9.2.2.1 Allgemeines

Die in Bild 11 dargestellten Architekturbeziehungen des Feldbus Application Layers (FAL) wurden entwickelt, um die erforderliche Interoperabilität zwischen zeitkritischen Systemen zu ermöglichen, die über eine Feldbusumgebung verteilt sind.

Innerhalb dieser Umgebung bietet der FAL Kommunikationsdienste für in Feldbus-Geräten angesiedelte zeitkritische und zeitunkritische Anwendungen.

Außerdem greift der FAL direkt auf den Data Link Layer zu, um die Application-Layer-Protokolldateneinheiten zu versenden. Dabei verwendet er eine Reihe von Datentransferdiensten und eine Reihe von Hilfsdiensten, die das Verarbeitungsverhalten des Data Link Layers steuern.

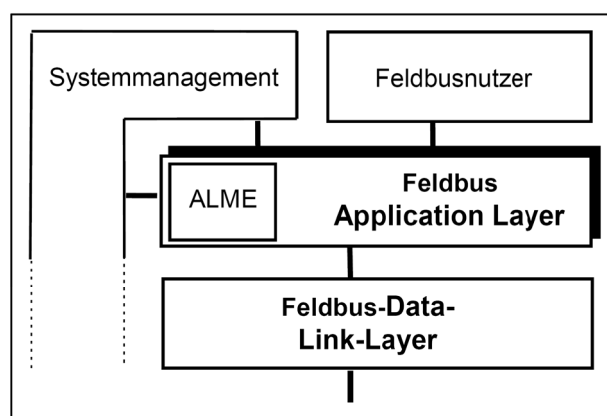


Bild 11 – Einordnung des Feldbus-Application-Layers in der Architektur

9.2.2.2 Verwendung des Feldbus-Data-Link-Layers

Der Feldbus Application Layer (FAL) bietet Netzwerkzugriff auf Feldbus-Anwendungsprozesse. Er schließt direkt an den Feldbus-Data-Link-Layer für die Versendung der APDUs an.

Der Data Link Layer bietet dem FAL für den Datentransfer zwischen Endpunkten einer Datenverbindung verschiedene Diensttypen (z. B. DLSAPs, DLCEPs) an.

9.2.2.3 Unterstützung für Feldbusanwendungen

Feldbusanwendungen werden im Netzwerk als Anwendungsprozesse (APs) dargestellt. APs sind Teile eines verteilten Systems, die individuell identifiziert und adressiert werden können.

Jeder AP enthält eine Anwendungsinstanz (AE) des FAL, die dem AP den Netzwerkzugriff ermöglicht. Das heißt, jeder AP kommuniziert mit weiteren APs durch seine AE. Somit erlaubt die AE einen Einblick in den AP.

APs enthalten identifizierbare Komponenten, die über das ganze Netzwerk einsehbar sind. Diese Komponenten werden im Netzwerk als Anwendungsprozessobjekte (APOs) dargestellt. Sie lassen sich anhand eines oder mehrerer Schlüsselattribute identifizieren. Sie sind auf der Adresse des sie enthaltenden Anwendungsprozesses hinterlegt.

Die Dienste, mit deren Hilfe man auf sie zugreift, werden von APO-spezifischen Anwendungsdienstelementen (ASEs) bereitgestellt, die in dem FAL enthalten sind. Diese ASEs dienen der Unterstützung von Nutzer-, Funktionsblock- und Managementanwendungen.

9.2.2.4 Unterstützung für das Systemmanagement

Die FAL-Dienste können für verschiedene Managementabläufe verwendet werden, einschließlich des Managements von Feldbussystemen, Anwendungen und des Feldbusses selbst.

9.2.2.5 Zugriff auf Managementinstanzen des FAL

Eine Layer-Managementinstanz (LME) kann in jeder FAL-Instanz des Netzwerks vorliegen. FALMEs bieten Zugriff auf den FAL für die Aufgaben des Systemmanagements.

Der dem Systemmanager zugängliche Datensatz wird als Systemmanagementinformationsbasis (SMIB) bezeichnet. Jede Feldbus-Application-Layer-Managementinstanz (FALME) bietet dem FAL einen Teil der SMIB. Wie die SMIB implementiert wird, liegt außerhalb des Anwendungsbereichs der Reihe IEC 61158-5.

9.3 Struktur des Feldbus Application Layers

9.3.1 Übersicht

Die Struktur des FAL stellt eine weitere Ausarbeitung des Aufbaus des OSI-Application-Layers (ISO/IEC 9545) dar. Daraus ergibt sich, dass der Aufbau von 0 mit ISO/IEC 9545 vergleichbar ist. Bei einigen in 0 dargestellten Prinzipien handelt es sich um Ausarbeitungen von ISO/IEC 9545 für die Feldbusumgebung.

Der FAL unterscheidet sich von anderen Schichten des OSI-Basisreferenzmodells in folgenden grundlegenden Punkten:

- Das OSI-Basisreferenzmodell definiert für den Application Layer nur eine Art von Kommunikationskanal – die Assoziation –, um APs miteinander zu verbinden. Der FAL definiert die Anwendungsbeziehung (AR), wobei es verschiedene Beziehungsarten gibt, um Anwendungsprozessen die Kommunikation untereinander zu ermöglichen.
- Anstelle des OSI Presentation Layers bedient sich der FAL für die Versendung seiner APDUs des Data Link Layers. Deshalb verfügt der FAL auch über keinen expliziten Darstellungskontext. Zwischen denselben zwei (oder derselben begrenzten Anzahl von) Zugangspunkten zu Diensten des Data Link Layers kann das FAL-Protokoll nicht zeitgleich mit anderen Protokollen des Application Layers verwendet werden.

9.3.2 Grundprinzipien

Bei der Modellierung des Betriebs zeitkritischer, wirklich offener Systeme wird auf Interaktionen zwischen zeitkritischen APs zurückgegriffen. Der FAL ermöglicht es diesen APs, Befehle und Daten untereinander auszutauschen.

Für eine Zusammenarbeit der APs ist es erforderlich, dass diese ausreichend Informationen für Interaktionen teilen und Verarbeitungen untereinander abstimmen. Ihre Aufgaben können auf ein einzelnes Feldbussegment beschränkt sein oder mehrere Segmente umfassen. Der FAL wurde mithilfe einer modularen Architektur entwickelt, die die Nachrichtenanforderungen dieser Anwendungen unterstützt.

Die Zusammenarbeit zwischen APs kann gelegentlich eine gemeinsame Zeitvorgabe erforderlich machen. Der FAL oder der Data Link Layer (Teile der Reihe IEC 61158-3 und Teile der Reihe IEC 61158-4) geben gegebenenfalls für alle Geräte eine gemeinsam gültige Zeit vor. Sie können auch lokale Gerätedienste definieren, mit deren Hilfe die APs auf die gültige Zeit zugreifen.

In den Unterabschnitten 0 bis 0 sind alle Modulkomponenten der Architektur sowie deren Beziehungen zueinander beschrieben. Die Komponenten des FAL werden als Objekte angelegt, von denen jedes den Anwendungen eine begrenzte Anzahl von FAL-Kommunikationsdiensten zur Verfügung stellt. Die FAL-Objekte und ihre Beziehungen werden weiter unten beschrieben. Die genauen Festlegungen der FAL-Objekte und ihrer Dienste sind in der Reihe IEC 61158-5 enthalten. Die Reihe IEC 61158-6 legt die Protokolle fest, die für die Bereitstellung dieser Objektdienste zwischen Anwendungen erforderlich sind.

9.3.3 Feldbusanwendungsprozesse

9.3.3.1 Definition des Feldbus-AP

In einer Feldbusumgebung kann eine Anwendung in eine begrenzte Anzahl von Komponenten aufgeteilt und über eine Vielzahl von Netzwerkgeräten verteilt werden. Jede einzelne Komponente wird als Feldbusanwendungsprozess (AP) bezeichnet. Ein Feldbus-AP ist eine Weiterentwicklung des im ISO/OSI-Referenzmodell (ISO/IEC 7498-1) definierten Anwendungsprozesses. Feldbus-APs können eindeutig durch mindestens eine Zugangspunktadresse eines Data-Link-Layer-Dienstes adressiert werden. Eine eindeutige Adressierung bedeutet in diesem Kontext, dass kein weiterer AP zeitgleich über dieselbe Adresse gefunden werden kann. Diese Definition unterbindet aber nicht das Auffinden eines AP durch mehr als eine Einzel- oder Gruppenzugangspunkt-Data-Link-Layer-Dienstadresse.

9.3.3.2 Kommunikationsdienste

Feldbus-APs kommunizieren miteinander mithilfe von bestätigten oder unbestätigten Diensten (ISO/IEC 10731). Die für den FAL definierten Dienste legen die Semantik der Dienste aus Sicht der anfragenden und antwortenden APs fest. Die Syntax der für die Übermittlung der Dienstanfragen und -antworten verwendeten Nachrichten ist in der Reihe IEC 61158-6 definiert. Das mit dem Dienst verbundene Verhalten des AP wird durch den AP festgelegt.

Bestätigte Dienste werden für die Definition des Austauschs von Anfragen und Antworten zwischen APs verwendet.

Unbestätigte Dienste werden hingegen für die einseitige Versendung von Nachrichten von einem AP an einen oder mehrere entfernte APs verwendet. Aus Kommunikationssicht besteht bei unbestätigten Diensten zwischen einzelnen Aufrufen, anders als bei bestätigten Diensten zwischen Anfrage und Antwort, keine Beziehung.

9.3.3.3 AP-Interaktionen

9.3.3.3.1 Allgemeines

Innerhalb der Feldbusumgebung können APs mit anderen APs interagieren, falls dies für das Erreichen ihrer Funktionsziele erforderlich ist. Seitens dieses Teils von IEC 61158 werden für die Organisation dieser Interaktionen oder für die gegebenenfalls zwischen ihnen bestehenden Beziehungen keine Beschränkungen vorgegeben.

Beispielsweise können in der Feldbusumgebung Interaktionen auf Anfrage-Antwort-Nachrichten aufbauen, die direkt zwischen APs versendet wurden, oder auf Daten/Ereignissen, die von einem AP gesendet und von anderen genutzt werden können. Diese beiden Interaktionsmodelle zwischen APs werden als Client/Server- und Publisher/Subscriber-Interaktionen bezeichnet.

Die von einem Interaktionsmodell unterstützten Dienste werden über die Anwendungsbeziehungsendpunkte (en: application relationship endpoint; AREP) übermittelt, die zu den kommunizierenden APs gehören. Die von dem AREP in der Interaktion eingenommene Rolle (z. B. Client, Server, Peer, Publisher, Subscriber) ist als ein Attribut des AREP definiert.

9.3.3.3.2 Client/Server-Interaktionen

Client/Server-Interaktionen sind durch einen zweiseitigen Datenfluss zwischen einem Client-AP und einem oder mehreren Server-APs gekennzeichnet. Bild 12 stellt die Interaktion zwischen einem einzelnen Client und einem einzelnen Server dar. Bei dieser Art der Interaktion kann der Client eine bestätigte oder unbestätigte Anfrage hinsichtlich einer auszuführenden Aufgabe an den Server stellen. Handelt es sich um einen bestätigten Dienst, wird der Server stets eine Antwort zurückschicken. Handelt es sich um einen unbestätigten Dienst, sendet der Server gegebenenfalls mithilfe eines für diese Aufgabe bestimmten unbestätigten Dienstes eine Antwort zurück.

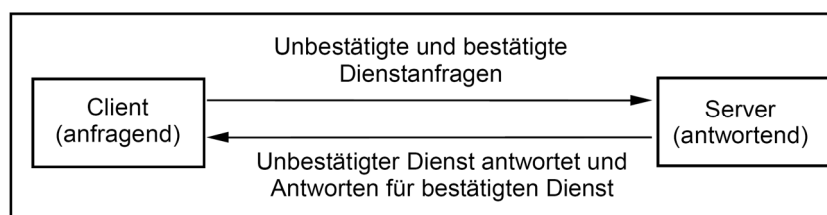


Bild 12 – Client/Server-Interaktionen

9.3.3.3.3 Publisher/Subscriber-Interaktionen

9.3.3.3.3.1 Allgemeines

Publisher/Subscriber-Interaktionen laufen hingegen mit einem einzelnen Publisher-AP und einer Gruppe aus einem oder mehreren Subscriber-APs ab. Diese Art der Interaktion wurde definiert, um zwei alternative Modelle für die Interaktion zwischen APs zu unterstützen: das „Pull“- und das „Push“-Modell. Bei beiden Modellen wird das Setup des Publisher-APs vom Management vorgenommen. Dieses wird im Rahmen der Reihe IEC 61158-5 und der Reihe IEC 61158-6 nicht weiter behandelt.

9.3.3.3.3.2 Interaktionen des „Pull“-Modells

Im „Pull“-Modell erhält der Publisher eine Veröffentlichungsanfrage von einem entfernten veröffentlichenden Manager und gibt seine Antwort per Broadcast (oder Multicast) über das Netzwerk weiter. Der veröffentlichende Manager ist nur für die Initiierung der Veröffentlichung verantwortlich, indem er eine Anfrage an den Publisher richtet.

Subscriber, die veröffentlichte Daten erhalten wollen, achten auf vom Publisher übertragene Antworten. Auf diese Weise werden über Anfragen vom veröffentlichenden Manager Daten per Pull vom Publisher eingeholt.

Bestätigte FAL-Dienste werden zur Unterstützung dieser Interaktionsart verwendet. Diese Interaktionsart unterscheidet sich durch zwei Merkmale von anderen Interaktionsarten. Zunächst wird ein typischer Austausch von Anfrage und Antwort zwischen veröffentlichendem Manager und Publisher vollzogen. Jedoch leitet das von dem FAL zugrunde gelegte Übermittlungsverfahren die Antwort nicht nur an den veröffentlichenden Manager, sondern zusätzlich auch an alle Subscriber weiter, die die veröffentlichte Information erhalten wollen. Dies wird ermöglicht, indem der Data Link Layer angewiesen wird, die Antwort an eine Gruppenadresse und nicht allein an die Einzeladresse des veröffentlichenden Managers zu übertragen. Damit enthält die vom Publisher versendete Antwort die zu veröffentlichenden Daten und sie wird per Multicast an den veröffentlichenden Manager und an alle Subscriber versendet.

Der zweite Unterschied betrifft das Verhalten der Subscriber. Subscriber im Pull-Modell, sogenannte „Pull-Subscriber“, verfügen über die Fähigkeit, veröffentlichte Daten durch Antworten mit bestätigten Diensten anzunehmen, ohne eine entsprechende Anfrage gestellt zu haben. Bild 13 veranschaulicht diese Prinzipien.

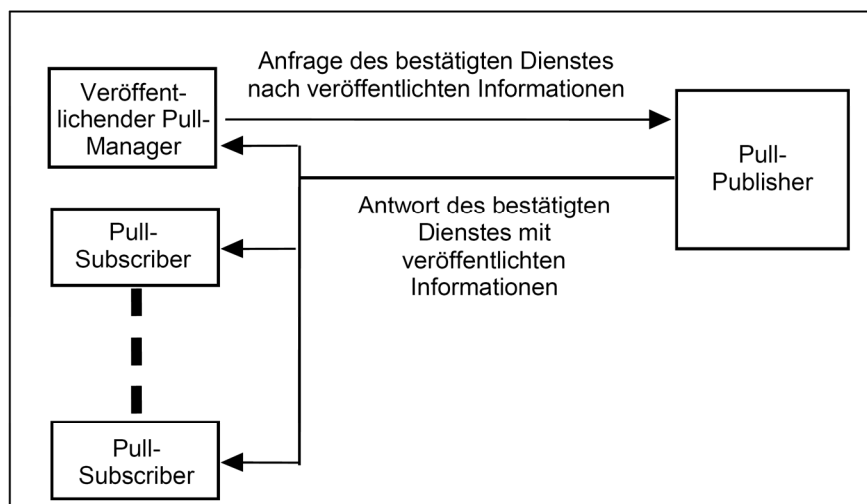


Bild 13 – Interaktionen des Pull-Modells

9.3.3.3.3 Interaktionen des „Push“-Modells

Im „Push“-Modell können zwei Dienste, ein bestätigter und ein unbestätigter Dienst, verwendet werden. Der bestätigte Dienst wird vom Subscriber verwendet, um eine Anfrage zur Beteiligung an der Veröffentlichung zu senden. Die Antwort auf diese Anfrage wird gemäß dem Client/Server-Interaktionsmodell an den Subscriber zurückgesendet. Dieser Austausch ist nur erforderlich, wenn Subscriber und Publisher in unterschiedlichen APs verortet sind.

Der im Push-Modell eingesetzte unbestätigte Dienst wird vom Publisher für die Verteilung seiner Informationen an die Subscriber verwendet. In diesem Fall ist der Publisher verantwortlich für das Aufrufen des richtigen unbestätigten Dienstes zur angebrachten Zeit sowie für die Bereitstellung der passenden Informationen. Er ist also so eingestellt, dass er seine Daten per „Push“ in das Netzwerk einspeist.

Subscriber im Push-Modell erhalten so die vom Publisher verteilten und veröffentlichten unbestätigten Dienste. Bild stellt das Prinzip des Push-Modells dar.

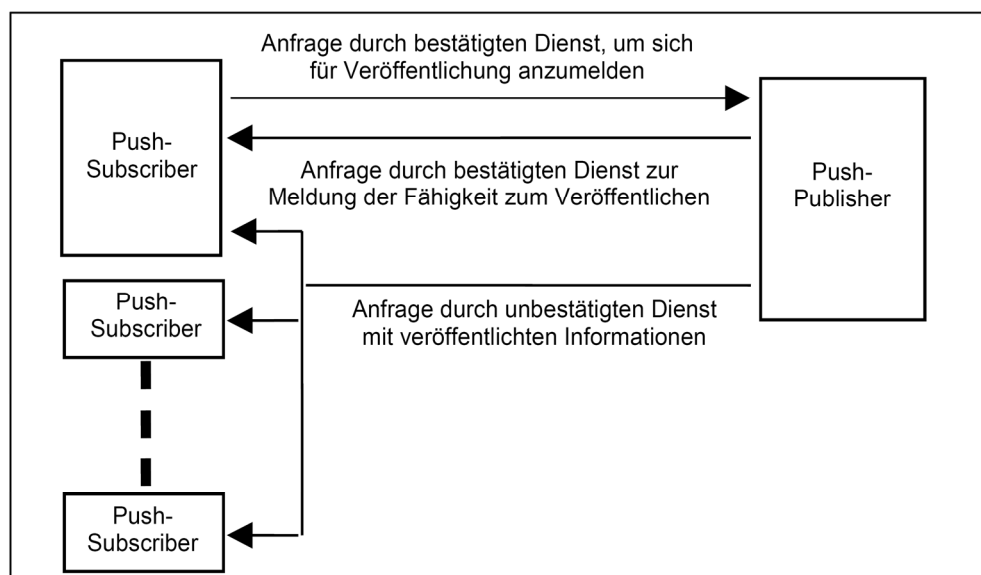


Bild 14 – Interaktionen des Push-Modells

9.3.3.3.4 Aktualität veröffentlichter Informationen

Um der Flüchtigkeit veröffentlichter Informationen Rechnung zu tragen, unterstützt der FAL vier Arten von Aktualität, die für Publisher/Subscriber-Interaktionen definiert sind. Damit können Subscriber von veröffentlichten Daten feststellen, ob die von ihnen empfangenen Daten aktuell oder veraltet sind. Diese Arten werden durch Vorgänge innerhalb des Data Link Layers (DLL) umgesetzt. Jede Art wird kurz in Tabelle 2 beschrieben. Ausführlichere Beschreibungen sind in Teilen der Reihe IEC 61158-3 und der Reihe IEC 61158-4 zu finden.

Tabelle 2 – Arten der Aktualität für Publisher/Subscriber-Interaktionen

Art	Beschreibung
Transparent	Diese Art der Aktualität ermöglicht es dem Nutzeranwendungsprozess, die qualitative Aktualität der von ihm erstellten Daten zu bestimmen und Angaben über die qualitative Aktualität gemeinsam mit den Informationen über das Netzwerk zu versenden. Bei dieser Art von Aktualität bietet das Netzwerk keine Berechnung oder Messung der Aktualität. Es übermittelt lediglich die vom Nutzeranwendungsprozess zusammen mit den Daten bereitgestellte qualitative Aktualität.
Verweildauer	Wenn der FAL Daten des veröffentlichenden AP zur Übertragung an den DLL weitergibt, setzt bei dem DLL ein Zeitmesser ein. Vergeht vor der Übertragung der Daten eine bestimmte Zeit, vermerkt der DLL dies im Zwischenspeicher mit „nicht aktuell“ und übermittelt diese Aktualitätsinformationen zusammen mit den Daten.
Synchronisiert	Diese Art der Aktualität erfordert die Koordination von zwei veröffentlichten Informationen. Eine Information besteht aus den zu veröffentlichenden Daten und die andere ist ein besonderer „Sync-Vermerk“. Wird der Sync-Vermerk vom Netzwerk empfangen, setzt in jeder teilnehmenden Station ein Zeitmesser ein. Wenn die Daten anschließend zur Übertragung durch den DLL an der Veröffentlichungsstation empfangen werden oder wenn die übertragenen Daten vom Netzwerk an einer Subscriber-Station empfangen werden, wird das DLL-Aktualitätsattribut für die Daten auf TRUE gesetzt. Bis zum Empfang des nächsten Sync-Vermerks oder bis eine festgelegte Zeit vergangen ist, bleibt es auf TRUE. Daten, die nach Ablauf einer bestimmten Zeit, aber vor dem nächsten Sync-Vermerk empfangen werden, bewirken nicht, dass das Aktualitätsattribut auf TRUE zurückgesetzt wird. Es wird nur dann auf TRUE zurückgesetzt, wenn Daten innerhalb des Zeitfensters nach Empfang des Sync-Vermerks empfangen werden. Von der Publisher-Station übertragene Daten, deren Aktualitätsattribut auf FALSE gesetzt ist, behalten die FALSE-Einstellung bei jedem Subscriber bei, unabhängig von deren Status der Zeitmessung.
Update	Diese Art der Aktualität erfordert die Koordination der beiden für die <i>synchronisierte</i> Aktualität definierten veröffentlichten Informationen. Bei dieser Art setzt mit dem Sync-Vermerk auch in jeder teilnehmenden Station eine Zeitmessung ein. Wie bei der <i>synchronisierten</i> Aktualität wird das Aktualitätsattribut nach Ablauf einer bestimmten Zeit stets auf FALSE gesetzt. Anders als bei der <i>synchronisierten</i> Aktualität bewirkt der Empfang neuer Daten zu einem beliebigen Zeitpunkt (nicht nur innerhalb des sich mit dem Empfang des Sync-Vermerks öffnenden Zeitfensters), dass das Aktualitätsattribut auf TRUE gesetzt wird.

9.3.3.4 Aufbau des AP

Die inneren Abläufe von APs können von einem oder mehreren Anwendungsprozessobjekten (APOs) dargestellt werden und ein Zugriff darauf ergibt sich mittels einer oder mehrerer Anwendungsinstanzen (AEs). AEs stellen die Kommunikationsfähigkeiten des AP bereit. Für jeden Feldbus-AP gibt es eine einzige FAL-AE. APOs sind Netzwerkdarstellungen von anwendungsspezifischen Fähigkeiten (Prozessobjekte der Nutzeranwendung) des AP, die über die FAL-AE zugänglich sind.

9.3.3.5 AP-Klasse

Eine AP-Klasse ist eine Definition der Attribute und Dienste eines AP. Die standardisierten Klassendefinitionen für APs werden in den Teilen der Reihe IEC 61158-5 definiert. Es können auch nutzerspezifische Klassen definiert werden. Klassenbezeichner (in Abschnitt 3 der Teile der Reihe IEC 61158-5 beschrieben) werden aus einem für diesen Zweck bereitgehaltenen Satz zugeordnet.

APO-Klassen bieten ein Verfahren für die Vereinheitlichung von im Netzwerk sichtbaren Aspekten von APs. Jede standardisierte Definition einer APO-Klasse legt eine begrenzte Anzahl von über das Netzwerk zugänglichen Attributen und Diensten des AP fest. Die Reihe IEC 61158-6 legt die Syntax und die Verfahren fest, derer sich das FAL-Protokoll bedient, um einen Fernzugriff auf die Attribute und Dienste einer APO-Klasse bereitzustellen.

Von diesem Teil von IEC 61158 werden standardisierte APO-Klassen festgelegt, um den Fernzugriff auf die APs zu standardisieren. Es können auch nutzerspezifische Klassen festgelegt werden.

Nutterspezifische Klassen werden als Unterklassen von standardisierten APO-Klassen oder von anderen nutzerspezifischen Klassen definiert. Sie können definiert werden, indem neue Attribute angegeben werden oder indem angewiesen wird, dass Wahlattribute der übergeordneten Klasse Pflichtattribute der Unterklasse sind. Zu diesem Zweck können die Konventionen verwendet werden, die für die Festlegung von Klassen in den typspezifischen Teilen der Reihe IEC 61158-5 festgelegt wurden. Das Vorgehen zur Registrierung oder einer anderweitigen Bereitstellung dieser neuen Klassen für den allgemeinen Gebrauch wird in diesem Teil von IEC 61158 nicht weiter behandelt.

9.3.4.3 APOs als Objekte von APO-Klassen

APO-Klassen werden in diesem Teil von IEC 61158 mithilfe von Vorlagen definiert. Diese Vorlagen werden nicht nur für die Definition von APO-Klassen, sondern auch für die Festlegung der Objekte einer Klasse verwendet.

Jedes für einen AP definierte APO ist ein Objekt einer APO-Klasse. Jedes APO liefert die Netzwerksicht für ein in einem AP enthaltenes reales Objekt. Ein APO wird definiert durch:

- Auswahl der Attribute aus der Vorlage für seine APO-Klasse, für die ein Zugriff durch das reale Objekt bestehen soll;
- Zuordnung von Werten zu einem oder mehreren Attributen, die in der Vorlage als Schlüsselattribute gekennzeichnet sind. Schlüsselattribute werden zur Identifizierung des APO verwendet;
- Zuordnung von Werten zu null, einem oder mehreren Nicht-Schlüsselattributen des APO. Nicht-Schlüsselattribute werden zur Charakterisierung des APO verwendet;
- Auswahl der Dienste aus der Vorlage, die von entfernten APs für den Zugriff auf das reale Objekt verwendet werden können.

In den typspezifischen Teilen der Reihe IEC 61158-5 sind Konventionen für Klassenvorlagen festgelegt. Die Konventionen erlauben die Definition von obligatorischen, wahlfreien oder bedingten Attributen und Diensten.

Pflichtattribute und Pflichtdienste müssen zwingend in allen APOs einer Klasse vorhanden sein. Wahlattribute und Wahldienste können je nach Fall für die Aufnahme in ein APO ausgewählt werden. Bedingte Attribute und Dienste werden mit einer zugehörigen Einschränkungsanweisung definiert. Einschränkungsanweisungen legen die Bedingungen fest, aus denen sich ergibt, ob ein Attribut in einem APO vorhanden sein muss oder nicht.

9.3.4.4 APO-Typen

APO-Typen bieten ein Verfahren zur Definition von standardisierten APOs.

APOs werden durch die Instanziierung einer APO-Klasse definiert. Jede APO-Definition setzt sich aus den ausgewählten Attributen und Diensten zusammen. Dabei definiert die APO-Klasse, welche Attribute und Dienste für das jeweilige APO ausgewählt werden können. Außerdem enthält eine APO-Definition Werte für eines oder mehrere der ausgewählten Attribute. Teilen sich zwei APOs dieselbe Definition, außer bei den Schlüsselattributen, bezeichnet man diese Definition als APO-Typ. Ein APO-Typ ist somit eine generische Festlegung eines APO, die für die Definition eines oder mehrerer APOs verwendet werden kann.

9.3.5 Anwendungsinstanzen

9.3.5.1 Definition der FAL-AE

Eine Anwendungsinstanz stellt die Kommunikationsfähigkeit für einen einzelnen AP bereit. Eine FAL-AE bietet eine begrenzte Anzahl von Diensten und unterstützende Protokolle, um die Kommunikation zwischen APs in einer Feldbusumgebung zu ermöglichen. Die von FAL-AEs bereitgestellten Dienste werden so zu Anwendungsdienstelementen (ASE) gruppiert, dass die Dienste, die der FAL dem AP bietet, durch die in seiner FAL-AE enthaltenen ASEs definiert sind. Bild 16 veranschaulicht dieses Prinzip.

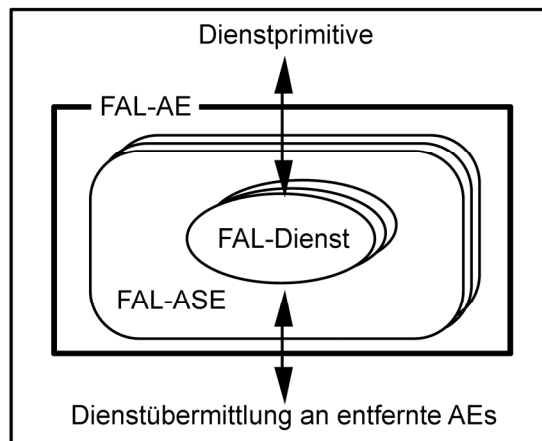


Bild 16 – Aufbau der Anwendungsinstanz

9.3.5.2 AE-Typen

Anwendungsinstanzen, die dieselben ASEs bereitstellen, gehören zu demselben AE-Typ. Wenn zwei AEs über die gleichen ASEs verfügen, erlaubt ihnen dies die Kommunikation untereinander.

9.3.6 Feldbusanwendungsdienstelemente

9.3.6.1 Allgemeines

Ein Anwendungsdienstelement (ASE) wird nach ISO/IEC 9545 als eine begrenzte Anzahl von Anwendungsfunktionen definiert, die die Fähigkeit zur Zusammenarbeit von aufgerufenen Anwendungsinstanzen für spezifische Zwecke bieten. ASEs bieten bestimmte Dienste für die Übermittlung von Anfragen und Antworten zu und von den Anwendungsprozessen und ihren Objekten. AEs werden gemäß der Definition oben durch eine Sammlung von ASE-Aufrufen innerhalb der AE dargestellt.

9.3.6.2 FAL-Dienste

FAL-Dienste übermitteln funktionelle Anfragen und Antworten zwischen APs. Jeder FAL-Dienst übermittelt entsprechend seiner Definition Anfragen und Antworten für den Zugriff auf ein reales Objekt, das als ein Objekt mit FAL-Zugriff angelegt ist.

Der FAL definiert sowohl bestätigte als auch unbestätigte Dienste. Anfragen von bestätigten Diensten werden an den das reale Objekt enthaltenden AP gesendet.

Der Aufruf einer Anfrage eines bestätigten Dienstes kann eine von einem Nutzer des Application Layers gelieferte InvokeID beinhalten. Falls vorhanden, wird diese InvokeID in der daraus folgenden Bestätigung des lokalen Dienstes an den Nutzer des Application Layers zurückgeschickt. Anfrage-APDUs von bestätigten Diensten und dazugehörige Antwort-APDUs verfügen über eine RequestID, die die Zuordnung der beiden APDUs zueinander erlaubt. In einigen Implementierungen kann die vom Nutzer des Application Layers gelieferte InvokeID als diese RequestID fungieren. Ebenso verfügen Meldeprimitive von bestätigten Diensten und dazugehörige Antwortprimitive über eine lokal ausgegebene IndicationID, die die Zuordnung der beiden