

DIN EN 61131-9

ICS 35.240.50; 35.060

Einsprüche bis 2013-07-21

Entwurf

**Speicherprogrammierbare Steuerungen –
Teil 9: Schnittstelle für die Kommunikation mit kleinen Sensoren und
Aktoren über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung
(IEC 65B/815/CDV:2011);
Deutsche Fassung FprEN 61131-9:2011**

Programmable controllers –

Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)
(IEC 65B/815/CDV:2011);

German version FprEN 61131-9:2011

Automates programmables –

Partie 9: Interface de communication numérique point à point pour les petits capteurs et
actionneurs (SDCI)

(CEI 65B/815/CDV:2011);

Version allemande FprEN 61131-9:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-05-21 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme 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 im DIN und VDE (Hausanschrift: 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 293 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 61131-9:2011 „Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 9: Schnittstelle für die Kommunikation mit kleinen Sensoren und Aktoren über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung“ (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 65B/815/CDV:2011 „Programmable controllers – Part 9: Single-drop digital communication interface for small sensors and actuators (SDCI)“ unverändert in den Entwurf FprEN 61131-9:2011 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom SC 65B „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 962 „SPS“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050 (alle Teile)	a	–
EN 60870-5-1:1993	IEC 60870-5-1:1990	DIN EN 60870-5-1:1994-07	–
EN 60947-5-2	IEC 60947-5-2	DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208)	VDE 0660-208
EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2)	VDE 0847-4-2

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 61000-4-3	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3)	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4	–	–
EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5)	VDE 0847-4-5
EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6)	VDE 0847-4-6
EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11	DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11)	VDE 0847-4-11
EN 61000-6-2	IEC 61000-6-2	DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2)	VDE 0839-6-2
EN 61000-6-4	IEC 61000-6-4	DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4)	VDE 0839-6-4
EN 61076-2-101	IEC 61076-2-101	DIN EN 61076-2-101 (VDE 0687-76-2-101)	VDE 0687-76-2-101
EN 61131 (alle Teile)	IEC 61131 (alle Teile)	DIN EN 61131 (alle Teile)	–
EN 61131-1	IEC 61131-1	DIN EN 61131-1	–
EN 61131-2	IEC 61131-2	DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500)	VDE 0411-500
EN 61158-2	IEC 61158-2	DIN EN 61158-2	–
EN 61158-3	IEC 61158-3 ersetzt durch	DIN EN 61158-3	–
EN 61158-3-x (alle Teile)	IEC 61158-3-x (alle Teile)	DIN EN 61158-3-x (alle Teile)	–
EN 61158-4	IEC 61158-4 ersetzt durch	DIN EN 61158-4	–
EN 61158-4-x (alle Teile)	IEC 61158-4-x (alle Teile)	DIN EN 61158-4-x (alle Teile)	–
EN 61158-5	IEC 61158-5 ersetzt durch	DIN EN 61158-5	–
EN 61158-5-x (alle Teile)	IEC 61158-5 Corr.:1 zurückgezogen	DIN EN 61158-5-x (alle Teile)	–
EN 61158-6	IEC 61158-6:2003 ersetzt durch	DIN EN 61158-6:2005-05	–
EN 61158-6-x (alle Teile)	IEC 61158-6-x (alle Teile)	DIN EN 61158-6-x (alle Teile)	–
EN 61784-1	IEC 61784-1	DIN EN 61784-1	–
–	IEC/TR 62390:2005	DIN IEC/TR 62390:2006-08	–
–	IEC/TR 62453-61	–	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO/IEC 646:1991	–	–
–	ISO/IEC 7498-1	–	–
–	ISO/IEC 10731	–	–
–	ISO/IEC 1170:1985	–	–
–	ISO/IEC 2022:1986	DIN ISO/IEC 2022:1996-11	–
–	ISO/IEC DIS 19505:2009 ersetzt durch	–	–
–	ISO/IEC 19505-2:2012	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60870-5-1:1994-07, *Fernwirkeneinrichtungen und -systeme – Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 1: Telegrammformate (IEC 60870-5-1:1990); Deutsche Fassung EN 60870-5-1:1993*

DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208), *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente – Näherungsschalter*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder*

DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen*

DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche*

DIN EN 61000-6-4 (VDE 0839-6-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-4: Fachgrundnormen – Störaussendung für Industriebereiche*

DIN EN 61076-2-101 (VDE 0687-76-2-101), *Steckverbinder für elektronische Einrichtungen – Produktanforderungen – Teil 2-101: Rundsteckverbinder – Bauartspezifikation für Steckverbinder M12 mit Schraubverriegelung*

DIN EN 61131 (alle Teile), *Speicherprogrammierbare Steuerungen*

DIN EN 61131-1, *Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Informationen*

DIN EN 61131-2 (VDE 0411-500), *Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 2: Betriebsmittelanforderungen und Prüfungen*

DIN EN 61158-2, *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 2: Spezifikation und Dienstfestlegungen des Physical Layer (Bitübertragungsschicht)*

DIN EN 61158-3-x (alle Teile), *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 3-x: Dienstfestlegungen des Data Link Layer (Sicherheitsschicht) – Teil x*

DIN EN 61158-4-x (alle Teile), *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 4-x: Protokollspezifikation des Data Link Layer (Sicherheitsschicht) – Typ x*

DIN EN 61158-5-x (alle Teile), *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 5-x: Dienstfestlegungen des Application Layer (Anwendungsschicht) – Typ x*

DIN EN 61158-6-x (alle Teile), *Industrielle Kommunikationsnetze – Feldbusse – Teil 6-x: Protokollspezifikation des Application Layer (Anwendungsschicht) – Typ x*

DIN EN 61784-1, *Industrielle Kommunikationsnetze – Profile – Teil 1: Feldbusprofile*

DIN IEC/TR 62390:2006-08, *Leitfaden für Geräteprofile in der Automatisierungstechnik*

DIN ISO/IEC 2022:1996-11, *Informationstechnik – Zeichencodestruktur und Erweiterungstechniken (ISO/IEC 2022:1994)*

– Leerseite –

**Speicherprogrammierbare Steuerungen –
Teil 9: Schnittstelle für die Kommunikation mit kleinen Sensoren und Aktoren über
eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung**

	Inhalt	Seite
0	Einleitung.....	19
0.1	Allgemeines.....	19
0.2	Patenterklärung.....	20
1	Anwendungsbereich.....	21
2	Normative Verweisungen.....	21
3	Begriffe, Symbole, Abkürzungen und Konventionen.....	22
3.1	Begriffe.....	22
3.2	Symbole und Abkürzungen.....	27
3.3	Konventionen.....	29
3.3.1	Allgemeines.....	29
3.3.2	Dienstparameter.....	29
3.3.3	Dienstprozeduren.....	30
3.3.4	Dienstattribute.....	30
3.3.5	Bilder.....	30
3.3.6	Übertragungsreihenfolge der Oktette.....	31
3.3.7	Verhaltensbeschreibungen.....	31
4	Überblick über SDCI (IO-Link™).....	32
4.1	Ziel der Technologie.....	32
4.2	Positionierung innerhalb der Automatisierungshierarchie.....	33
4.3	Verdrahtung, Stecker und Stromversorgung.....	33
4.4	Kommunikationsfunktionen von SDCI.....	34
4.5	Rolle eines Masters.....	36
4.6	SDCI-Konfiguration.....	37
4.7	Übertragung auf Feldbusse.....	37
4.8	Dokumentstruktur.....	37
5	Bitübertragungsschicht (PL).....	38
5.1	Allgemeines.....	38
5.1.1	Grundlagen.....	38
5.1.2	Topologie.....	39
5.2	Dienste der Bitübertragungsschicht.....	39
5.2.1	Überblick.....	39
5.2.2	PL-Dienste.....	41
5.3	Sender/Empfänger.....	42

	Seite
5.3.1 Beschreibungsmethode.....	42
5.3.2 Elektrische Anforderungen	43
5.3.3 Zeitliche Anforderungen	47
5.4 Stromversorgung	51
5.4.1 Stromversorgungsoptionen	51
5.4.2 Einschaltanforderungen	52
5.5 Medium	52
5.5.1 Stecker	52
5.5.2 Kabel	54
6 Standard-Eingang und -Ausgang (SIO)	55
7 Sicherungsschicht (DL)	55
7.1 Allgemeines	55
7.2 Dienste der Sicherungsschicht.....	57
7.2.1 DL-B-Dienste	57
7.2.2 DL-A-Dienste	69
7.3 Protokoll der Sicherungsschicht	75
7.3.1 Überblick.....	75
7.3.2 DL-Modus-Handler	75
7.3.3 Nachrichtenhandler	85
7.3.4 Prozessdatenhandler	93
7.3.5 Bedarfsdatenhandler	97
7.3.6 ISDU-Handler	100
7.3.7 Befehlshandler.....	105
7.3.8 Ereignishandler.....	108
8 Anwendungsschicht (AL).....	111
8.1 Allgemeines	111
8.2 Dienste der Anwendungsschicht.....	112
8.2.1 AL-Dienste innerhalb von Master und Gerät.....	112
8.2.2 AL-Dienste	113
8.3 Protokoll der Anwendungsschicht	122
8.3.1 Überblick.....	122
8.3.2 Transfer von Bedarfsdaten	122
8.3.3 Ereignisverarbeitung	128
8.3.4 Prozessdatenzyklen	131
9 Systemmanagement (SM).....	133
9.1 Allgemeines	133
9.2 Systemmanagement des Masters.....	133
9.2.1 Überblick.....	133

	Seite
9.2.2 Dienste des Master-SM.....	135
9.2.3 Protokoll des Master-SM.....	141
9.3 Systemmanagement des Gerätes.....	149
9.3.1 Überblick	149
9.3.2 Dienste des Geräte-SM.....	150
9.3.3 Protokoll des Geräte-SM.....	157
10 Gerät	164
10.1 Überblick	164
10.2 Prozessdatenaustausch (PDE).....	165
10.3 Parametermanager (PM)	165
10.3.1 Allgemeines.....	165
10.3.2 Zustandsautomat des Parametermanagers.....	165
10.3.3 Dynamischer Parameter	168
10.3.4 Einzelner Parameter	169
10.3.5 Blockparameter	170
10.3.6 Gleichzeitiger Zugriff zur Parametrisierung.....	172
10.3.7 Befehlshandhabung	172
10.4 Datenspeicherung (DS).....	172
10.4.1 Allgemeines.....	172
10.4.2 Zustandsautomat der Datenspeicherung.....	172
10.4.3 DS-Konfiguration	175
10.4.4 DS-Speicherplatz	175
10.4.5 DS-Parameter „Index_List“	175
10.4.6 Verfügbarkeit der DS-Parameter	176
10.4.7 DS ohne ISDU.....	176
10.4.8 Anzeige von Änderungen an DS-Parametern.....	176
10.5 Ereignisverteiler (ED)	176
10.6 Gerätefunktionen.....	176
10.6.1 Allgemeines.....	176
10.6.2 Rückwärtskompatibilität des Gerätes.....	176
10.6.3 Kompatibilität der Protokollversion.....	177
10.6.4 Werkseinstellungen	177
10.6.5 Zurücksetzen der Anwendung	177
10.6.6 Zurücksetzen des Gerätes	177
10.6.7 Optische SDCI-Anzeige	177
10.6.8 Sperren des Parameterzugriffs	177
10.6.9 Sperren der Datenspeicherung.....	178
10.6.10 Sperren der Geräteparameter.....	178

	Seite
10.6.11 Sperren der Benutzerschnittstelle des Gerätes	178
10.6.12 Startzeit	178
10.6.13 Konzept der Datenspeicherung	179
10.6.14 Blockparameter	179
10.7 Regeln und Beschränkungen für den Geräteentwurf	179
10.7.1 Allgemeines	179
10.7.2 Prozessdaten	179
10.7.3 Kommunikationsverlust	179
10.7.4 Direkter Parameter	179
10.7.5 ISDU-Kommunikationskanal	180
10.7.6 Geräte-ID-Regeln bezogen auf Gerätevarianten	180
10.7.7 Protokollkonstanten	180
10.8 Gerätebeschreibung (IODD)	181
10.9 Gerätediagnose	181
10.9.1 Konzepte	181
10.9.2 Ereignisse	182
10.9.3 Optische Anzeigen	183
10.10 Geräteanschluss	184
11 Master	184
11.1 Überblick	184
11.1.1 Allgemeines Modell für die Systemintegration eines Masters	184
11.1.2 Struktur und Dienste eines Masters	185
11.2 Konfigurationsmanager (CM)	188
11.2.1 Allgemeines	188
11.2.2 Konfigurationsparameter	190
11.2.3 Zustandsautomat des Konfigurationsmanagers	192
11.3 Datenspeicherung (DS)	194
11.3.1 Überblick	194
11.3.2 DS-Datenobjekt	194
11.3.3 DS-Zustandsautomat	194
11.3.4 Parameterauswahl für Datenspeicherung	201
11.4 Bedarfsdatenaustausch (ODE)	202
11.5 Diagnose-Einheit (DU)	202
11.6 Prozessdatenaustausch (PDE)	204
11.6.1 Allgemeines	204
11.6.2 Zuordnung von Prozessdaten	204
11.6.3 Kennzeichnerstatus „ungültig/gültig“ von Prozessdaten	206
11.7 Port- und Gerätekonfigurationstool (PDCT)	207

	Seite
11.7.1 Allgemeines.....	207
11.7.2 Beispiele für den Grundaufbau	207
11.8 Gateway-Anwendung.....	208
11.8.1 Allgemeines.....	208
11.8.2 Änderung der Gerätekonfiguration einschließlich Datenspeicherung	208
11.8.3 Parameterserver und Rezeptsteuerung.....	208
11.8.4 Anonyme Parameter	208
11.8.5 Virtueller Portmodus „DIwithSDCI“	209
Anhang A (normativ) Codierungen, Zeitbeschränkungen und Fehler.....	212
A.1 Allgemeine Struktur und Codierung von M-Sequenzen.....	212
A.1.1 Überblick	212
A.1.2 M-Sequenzsteuerung (MC).....	212
A.1.3 Prüfsumme/M-Sequenztyp (CKT).....	213
A.1.4 Benutzerdaten (PD oder OD).....	213
A.1.5 Prüfsumme/Status (CKS).....	214
A.1.6 Berechnung der Prüfsumme	215
A.2 M-Sequenztypen	216
A.2.1 Überblick	216
A.2.2 M-Sequenz „TYPE_0“	216
A.2.3 M-Sequenz „TYPE_1_x“	217
A.2.4 M-Sequenz „TYPE_2_x“	218
A.2.5 M-Sequenztyp 3	221
A.2.6 Verwendung der M-Sequenztypen für die Modi „STARTUP“, „PREOPERATE“ und „OPERATE“	221
A.3 Zeitbeschränkungen.....	223
A.3.1 Allgemeines.....	223
A.3.2 Bitzeit.....	224
A.3.3 Verzögerung der Übertragung von UART-Rahmen am Master (Ports).....	224
A.3.4 Verzögerung der Übertragung von UART-Rahmen an Geräten.....	224
A.3.5 Antwortzeit von Geräten.....	224
A.3.6 M-Sequenzzeit	224
A.3.7 Zykluszeit	225
A.3.8 Leerlaufzeit.....	225
A.3.9 Wiederherstellungszeit.....	225
A.4 Fehler und Abhilfemaßnahmen.....	226
A.4.1 UART-Fehler	226
A.4.1.1 Paritätsfehler	226
A.4.1.2 UART-Rahmungsfehler.....	226
A.4.2 Wake-Up-Fehler	226

	Seite
A.4.3 Übertragungsfehler	226
A.4.3.1 Prüfsummenfehler	226
A.4.3.2 Zeitüberschreitungsfehler	226
A.4.3.3 Kollisionen	226
A.4.4 Protokollfehler	226
A.5 Allgemeine Struktur und Codierung von ISDUs	227
A.5.1 Überblick	227
A.5.2 I-Service	227
A.5.3 Erweiterte Länge (ExtLength)	228
A.5.4 Index und Subindex	228
A.5.5 Daten	229
A.5.6 Überprüfung der ISDU (CHKPDU)	229
A.5.7 ISDU-Beispiele	230
A.6 Allgemeine Struktur und Codierung von Ereignissen	232
A.6.1 Allgemeines	232
A.6.2 Statuscode Typ 1 (keine Details)	232
A.6.2 Statuscode Typ 2 (mit Details)	233
A.6.4 Ereigniskennzeichner	234
A.6.5 Ereigniscode	235
Anhang B (normativ) Parameter und Befehle	236
B.1 Seite 1 und 2 der direkten Parameter	236
B.1.1 Überblick	236
B.1.2 Masterbefehl	238
B.1.3 MasterCycleTime	238
B.1.4 MinCycleTime	238
B.1.5 M-sequence Capability	239
B.1.6 RevisionID (RID)	240
B.1.7 ProcessDataIn	240
B.1.8 ProcessDataOut	241
B.1.9 VendorID (VID)	241
B.1.10 DeviceID (DID)	241
B.1.11 FunctionID (FID)	241
B.1.12 SystemCommand	242
B.1.13 Gerätespezifische Seite 2 der direkten Parameter	242
B.2 Vordefinierte Geräteparameter	242
B.2.1 Überblick	242
B.2.2 SystemCommand	245
B.2.3 Data Storage Index	247

	Seite
B.2.4 Device Access Locks	248
B.2.5 Profile Characteristic	249
B.2.6 PD Input Descriptor	249
B.2.7 PD Output Descriptor	250
B.2.8 Vendor Name	250
B.2.9 Vendor Text	250
B.2.10 Product Name	250
B.2.11 Product ID	250
B.2.12 Product Text	250
B.2.13 SerialNumber	250
B.2.14 Hardware Revision	250
B.2.15 Firmware Revision	251
B.2.16 Application Specific Tag	251
B.2.17 Error Count	251
B.2.18 Detailed Device Status	251
B.2.18.1 Überblick	251
B.2.18.2 Wartung erforderlich	252
B.2.18.3 Außerhalb der Spezifikation	252
B.2.18.4 Funktionsüberprüfung	252
B.2.18.5 Ausfall	252
B.2.19 Detailed Device Status	252
B.2.20 ProcessDataInput	253
B.2.21 ProcessDataOutput	253
B.2.22 Offset Time	253
B.2.23 Profilparameter (reserviert)	254
B.2.24 Bevorzugter Index	254
B.2.25 Erweiterter Index	254
B.2.26 Profilspezifischer Index (reserviert)	254
Anhang C (normativ) Fehlertypen (ISDU-Fehler)	255
C.1 Allgemeines	255
C.2 Anwendungsbezogene Fehlertypen	255
C.2.1 Überblick	255
C.2.2 Fehler der Geräteanwendung – keine Details	256
C.2.3 Index nicht verfügbar	256
C.2.4 Subindex nicht verfügbar	256
C.2.5 Dienst vorübergehend nicht verfügbar	256
C.2.6 Dienst vorübergehend nicht verfügbar – lokale Steuerung	256
C.2.7 Dienst vorübergehend nicht verfügbar – Gerätesteuerung	256

	Seite
C.2.8 Zugriff verweigert.....	257
C.2.9 Parameterwert außerhalb des Bereiches.....	257
C.2.10 Parameterwert über Grenzwert.....	257
C.2.11 Parameterwert unter Grenzwert.....	257
C.2.12 Parameterlänge überschritten.....	257
C.2.13 Parameterlänge unterschritten.....	257
C.2.14 Funktion nicht verfügbar.....	257
C.2.15 Funktion vorübergehend nicht verfügbar.....	257
C.2.16 Ungültiger Parametersatz.....	257
C.2.17 Inkonsistenter Parametersatz.....	257
C.2.18 Anwendung nicht bereit.....	258
C.2.19 Anbieterspezifisch.....	258
C.3 Abgeleitete Fehlertypen.....	258
C.3.1 Überblick.....	258
C.3.2 Master – Kommunikationsfehler.....	258
C.3.3 Master – ISDU-Zeitüberschreitung.....	258
C.3.4 Geräteereignis – ISDU-Fehler.....	259
C.3.5 Geräteereignis – Unzulässiges ISDU-Dienstelement.....	259
C.3.6 Master – ISDU-Prüfsummenfehler.....	259
C.3.7 Master – Unzulässiges ISDU-Dienstelement.....	259
C.3.8 Geräteereignis – ISDU-Pufferüberlauf.....	259
Anhang D (normativ) Ereigniscodes (Diagnose-Informationen).....	260
D.1 Allgemeines.....	260
D.2 Ereigniscodes für Geräte.....	260
Anhang E (normativ) Datentypen.....	263
E.1 Allgemeines.....	263
E.2 Grunddatentypen.....	263
E.2.1 Allgemeines.....	263
E.2.2 BooleanT.....	263
E.2.3 UIntegerT.....	264
E.2.4 IntegerT.....	264
E.2.5 Float32T.....	266
E.2.6 StringT.....	267
E.2.7 OctetStringT.....	267
E.2.8 TimeT.....	268
E.2.9 TimeSpanT.....	269
E.3 Zusammengesetzte Datentypen.....	270
E.3.1 Allgemeines.....	270

	Seite
E.3.2 ArrayT.....	270
E.3.3 RecordT.....	271
Anhang F (normativ) Struktur des DS-Datenobjekts.....	274
Anhang G (normativ) Konformität von Master und Gerät.....	275
G.1 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	275
G.1.1 Allgemeines.....	275
G.1.2 Betriebsbedingungen.....	275
G.1.3 Leistungskriterien.....	275
G.1.4 Geforderte Störfestigkeitsprüfungen.....	276
G.1.5 Geforderte Messungen der Störaussendung.....	277
G.1.6 Prüfanordnungen für Master.....	277
G.1.6.1 Allgemeine Regeln.....	277
G.1.6.2 Elektrostatische Entladungen.....	277
G.1.6.3 Hochfrequente elektromagnetische Felder.....	278
G.1.6.4 Schnelle Transienten (Burst).....	278
G.1.6.5 Asymmetrische Hochfrequenz.....	278
G.1.7 Prüfanordnungen für Geräte.....	279
G.1.7.1 Allgemeine Regeln.....	279
G.1.7.2 Elektrostatische Entladungen.....	279
G.1.7.3 Hochfrequente elektromagnetische Felder.....	279
G.1.7.4 Schnelle Transienten (Burst).....	280
G.1.7.5 Asymmetrische Hochfrequenz.....	280
G.2 Prüfstrategien für Konformität.....	280
G.2.1 Prüfung eines Gerätes.....	280
G.2.2 Prüfung eines Masters.....	280
Anhang H (informativ) Restfehlerwahrscheinlichkeiten.....	282
H.1 Restfehlerwahrscheinlichkeit des Mechanismus für SDCI-Datenintegrität.....	282
H.2 Ableitung von EMV-Prüfbedingungen.....	282
Anhang I (informativ) Beispielsequenz einer ISDU-Übertragung.....	284
Anhang J (informativ) Empfohlene Methoden für die Erkennung von Parameteränderungen.....	286
J.1 CRC-Signatur.....	286
J.2 Revisionszähler.....	286
Literaturhinweise.....	287
Bilder	
Bild 1 – Beispiel eines bestätigten Dienstes.....	31
Bild 2 – Speicher und Übertragungsreihenfolge für WORD-basierte Datentypen.....	31
Bild 3 – SDCI-Kompatibilität mit IEC 61131-2.....	32
Bild 4 – Einsatzgebiet der SDCI-Technologie innerhalb der Automatisierungshierarchie.....	33
Bild 5 – Allgemeines Gerätemodell für SDCI (Sicht des Masters).....	34

	Seite
Bild 6 – Zusammenhang zwischen der Art von Daten und den Übertragungsarten	35
Bild 7 – Objekttransfer auf der Anwendungsschicht (AL)	36
Bild 8 – Logische Struktur von Master und Gerät.....	37
Bild 9 – Dreileiter-Anschlusssystem	38
Bild 10 – Topologie von SDCI.....	39
Bild 11 – Bitübertragungsschicht (Master).....	39
Bild 12 – Bitübertragungsschicht (Gerät).....	40
Bild 13 – Referenz-Schaltbild für den Leitungstreiber	43
Bild 14 – Referenz-Schaltbild für den Empfänger	43
Bild 15 – Referenz-Schaltbild für das Dreileiter-Anschlusssystem für SDCI.....	44
Bild 16 – Festlegungen der Spannungspegel.....	44
Bild 17 – Schaltschwellen	45
Bild 18 – Format eines SDCI-UART-Rahmens	48
Bild 19 – Augendiagramm für High- und Low-Erkennung	48
Bild 20 – Augendiagramm für die ordnungsgemäße Erkennung eines UART-Rahmens	49
Bild 21 – Wake-Up-Anforderung.....	51
Bild 22 – Einschaltdauer für „Power1“	52
Bild 23 – Anordnung der Pins in der Frontansicht	53
Bild 24 – Definition von Ports der Klasse A und B.....	54
Bild 25 – Referenz-Schaltbild für effektive Leitungskapazität und Schleifenwiderstand	54
Bild 26 – Struktur und Dienste der Sicherungsschicht (Master).....	56
Bild 27 – Struktur und Dienste der Sicherungsschicht (Gerät).....	56
Bild 28 – Zustandsautomaten der Sicherungsschicht	75
Bild 29 – Beispiel eines Versuches des Kommunikationsaufbaus	76
Bild 30 – Fehlgeschlagener Versuch des Kommunikationsaufbaus	76
Bild 31 – Wiederholungsstrategie zum Kommunikationsaufbau	77
Bild 32 – Fallback-Prozedur.....	78
Bild 33 – Zustandsautomat des DL-Modus-Handlers des Masters	79
Bild 34 – Subautomat 1 zum Kommunikationsaufbau	80
Bild 35 – Zustandsautomat des DL-Modus-Handlers des Gerätes	83
Bild 36 – SDCI-Nachrichtensequenzen	85
Bild 37 – Überblick über M-Sequenztypen	86
Bild 38 – Zustandsautomat des Nachrichtenhandlers des Masters	87
Bild 39 – Subautomat „Response 3“ des Nachrichtenhandlers.....	88
Bild 40 – Subautomat „Response 8“ des Nachrichtenhandlers.....	88
Bild 41 – Subautomat „Response 15“ des Nachrichtenhandlers.....	88
Bild 42 – Zustandsautomat des Nachrichtenhandlers des Gerätes	92
Bild 43 – Verschachtelungsmodus für die segmentierte Übertragung von Prozessdaten	94

	Seite
Bild 44 – Zustandsautomat des Prozessdatenhandlers des Masters	95
Bild 45 – Zustandsautomat des Prozessdatenhandlers des Gerätes	96
Bild 46 – Zustandsautomat des Bedarfsdatenhandlers des Masters.....	98
Bild 47 – Zustandsautomat des Bedarfsdatenhandlers des Gerätes.....	99
Bild 48 – Struktur der ISDU	100
Bild 49 – Zustandsautomat des ISDU-Handlers des Masters.....	102
Bild 50 – Zustandsautomat des ISDU-Handlers des Gerätes.....	104
Bild 51 – Zustandsautomat des Befehlshandlers des Masters	106
Bild 52 – Zustandsautomat des Befehlshandlers des Gerätes	107
Bild 53 – Zustandsautomat des Ereignishandlers des Masters	109
Bild 54 – Zustandsautomat des Ereignishandlers des Gerätes	110
Bild 55 – Struktur und Dienste der Anwendungsschicht (Master).....	111
Bild 56 – Struktur und Dienste der Anwendungsschicht (Gerät).....	112
Bild 57 – Zustandsautomat der Master-AL bezogen auf Bedarfsdaten	122
Bild 58 – Zustandsautomat der Geräte-AL bezogen auf Bedarfsdaten	124
Bild 59 – Sequenzdiagramm für die Übertragung von Bedarfsdaten.....	126
Bild 60 – Sequenzdiagramm für Bedarfsdaten im Fall von Fehlern.....	127
Bild 61 – Sequenzdiagramm für Bedarfsdaten im Fall einer Zeitüberschreitung.....	127
Bild 62 – Zustandsautomat der Master-AL bezogen auf Ereignisse.....	128
Bild 63 – Zustandsautomat der Geräte-AL bezogen auf Ereignisse.....	129
Bild 64 – Übertragung eines einzelnen Ereignisses.....	131
Bild 65 – Sequenzdiagramm für Ausgangsprozessdaten	132
Bild 66 – Sequenzdiagramm für Eingangsprozessdaten	133
Bild 67 – Struktur und Dienste des Systemmanagements des Masters	134
Bild 68 – Sequenzdiagramm für den Anwendungsfall „Einrichtung von Port x“.....	135
Bild 69 – Hauptzustandsautomat des Systemmanagements des Masters.....	142
Bild 70 – Subautomat „checkCompatibility_1“ des Master-SM	144
Bild 71 – Aktivität für Zustand „CheckVxy“	146
Bild 72 – Aktivität für Zustand „CheckCompV10“	146
Bild 73 – Aktivität für Zustand „CheckComp“	146
Bild 74 – Aktivität (Schreiben von Parametern) im Zustand „RestartDevice“	147
Bild 75 – Subautomat „checkSerNum_3“ des Master-SM	147
Bild 76 – Aktivität (Überprüfen der Seriennummer) für Zustand „CheckSerNum_3“	148
Bild 77 – Struktur und Dienste des Systemmanagements (Gerät)	149
Bild 78 – Sequenzdiagramm für den Anwendungsfall „INACTIVE – SIO – SDCI – SIO“	150
Bild 79 – Zustandsautomat des Systemmanagements des Gerätes	158
Bild 80 – Sequenzdiagramm für einen normalen Geräteanlauf	161
Bild 81 – Sequenzdiagramm für einen Geräteanlauf im Kompatibilitätsmodus	162

	Seite
Bild 82 – Sequenzdiagramm für einen Geräteanlauf bei Fehlschlagen der Kompatibilität	163
Bild 83 – Struktur und Dienste eines Gerätes	164
Bild 84 – Zustandsautomat des Parametermanagers (PM)	166
Bild 85 – Positives und negatives Ergebnis der Parameterprüfung	169
Bild 86 – Positiver Download von Blockparametern mit Datenspeicheranforderung	170
Bild 87 – Negativer Download von Blockparametern	171
Bild 88 – Zustandsautomat der Datenspeicherung (DS)	173
Bild 89 – Nachrichtensequenz der Datenspeicheranforderung	175
Bild 90 – Zeitliche Steuerung des Zyklus	178
Bild 91 – Ereignisfluss bei aufeinanderfolgenden Fehlern	183
Bild 92 – Zeitliche Steuerung der LED-Anzeige am Gerät	183
Bild 93 – Allgemeine Beziehung von SDCI- und Feldbus-Technologie	185
Bild 94 – Struktur und Dienste eines Masters	186
Bild 95 – Beziehungen zwischen den allgemeinen Master-Anwendungen	187
Bild 96 – Sequenzdiagramm für Aktionen des Konfigurationsmanagers	189
Bild 97 – Ports im Modus „MessageSync“	190
Bild 98 – Zustandsautomat des Konfigurationsmanagers	192
Bild 99 – Hauptzustandsautomat des Datenspeichermechanismus	195
Bild 100 – Subautomat „UpDownload_2“ des Datenspeichermechanismus	196
Bild 101 – Subautomat „Upload_7“ der Datenspeicherung	197
Bild 102 – Sequenzdiagramm für Datenspeicher-Upload	197
Bild 103 – Subautomat „Download_10“ der Datenspeicherung	198
Bild 104 – Sequenzdiagramm für Datenspeicher-Download	198
Bild 105 – Zustandsautomat des Bedarfsdatenaustausches	202
Bild 106 – Systemüberblick bei der Weiterleitung von SDCI-Diagnose-Informationen über Ereignisse	204
Bild 107 – Zuordnung von Prozessdaten von Ports zum Datenstrom des Gateways	205
Bild 108 – Weiterleitung des PD-Kennzeichnerstatus zwischen Master und Gerät	206
Bild 109 – Beispiel 1 für den Aufbau einer PDCT-Anzeige	207
Bild 110 – Beispiel 2 für den Aufbau einer PDCT-Anzeige	208
Bild 111 – Alternative Gerätekonfiguration	209
Bild 112 – Virtueller Portmodus „DIwithSDCI“	210
Bild A.1 – M-Sequenzsteuerung	212
Bild A.2 – Prüfsumme/M-Sequenztyp-Oktett	213
Bild A.3 – Prüfsumme/Status-Oktett	214
Bild A.4 – Prinzip der Berechnung und Komprimierung der Prüfsumme	215
Bild A.5 – M-Sequenz „TYPE_0“	216
Bild A.6 – M-Sequenz „TYPE_1_1“	217
Bild A.7 – M-Sequenz „TYPE_1_2“	217

	Seite
Bild A.8 – M-Sequenz „TYPE_1_V“	218
Bild A.9 – M-Sequenz „TYPE_2_1“	218
Bild A.10 – M-Sequenz „TYPE_2_2“	219
Bild A.11 – M-Sequenz „TYPE_2_3“	219
Bild A.12 – M-Sequenz „TYPE_2_4“	219
Bild A.13 – M-Sequenz „TYPE_2_5“	220
Bild A.14 – M-Sequenz „TYPE_2_6“	220
Bild A.15 – M-Sequenz „TYPE_2_V“	221
Bild A.16 – Zeitliche Steuerung einer M-Sequenz	225
Bild A.17 – I-Service-Oktett	227
Bild A.18 – Überprüfung der ISDU-Integrität über „CHKPDU“	229
Bild A.19 – Beispiele für Anforderungsformate für ISDUs	230
Bild A.20 – Beispiele für Antwort-ISDUs	231
Bild A.21 – Beispiele für Lese- und Schreibanforderungs-ISDUs	231
Bild A.22 – Struktur von Statuscode Typ 1	232
Bild A.23 – Struktur von Statuscode Typ 2	233
Bild A.24 – Anzeige aktivierter Ereignisse	233
Bild A.25 – Struktur des Ereigniskennzeichners	234
Bild B.1 – Klassifikation und Zuordnung direkter Parameter	236
Bild B.2 – MinCycleTime	238
Bild B.3 – M-sequence Capability	239
Bild B.4 – RevisionID	240
Bild B.5 – ProcessDataIn	240
Bild B.6 – Indexbereich für ISDU-Datenobjekte	243
Bild B.7 – Struktur von „Offset Time“	253
Bild E.1 – Codierungsbeispiele für „UIntegerT“	264
Bild E.2 – Codierungsbeispiele für „IntegerT“	266
Bild E.3 – Einzelzugriff von „IntegerT“	267
Bild E.4 – Codierungsbeispiel für „OctetStringT“	268
Bild E.5 – Neue Definition von „NetworkTime“ in IEC 61158-6:2003	268
Bild E.6 – Beispiel für eine Datenstruktur „ArrayT“	270
Bild E.7 – Beispiel 2 für eine „RecordT“-Struktur	272
Bild E.8 – Beispiel 3 für eine „RecordT“-Struktur	273
Bild E.9 – Schreibanforderungen für Beispiel 3	273
Bild G.1 – Prüfaufbau für elektrostatische Entladungen (Master)	277
Bild G.2 – Prüfaufbau für hochfrequente elektrostatische Felder (Master)	278
Bild G.3 – Prüfaufbau für schnelle Transienten (Master)	278
Bild G.4 – Prüfaufbau für asymmetrische Hochfrequenzen (Master)	278

	Seite
Bild G.5 – Prüfaufbau für elektrostatische Entladungen (Gerät)	279
Bild G.6 – Prüfaufbau für hochfrequente elektrostatische Felder (Gerät)	279
Bild G.7 – Prüfaufbau für schnelle Transienten (Gerät)	280
Bild G.8 – Prüfaufbau für asymmetrische Hochfrequenzen (Gerät).....	280
Bild H.1 – Restfehlerwahrscheinlichkeit des Mechanismus für SDCI-Datenintegrität.....	282
Bild I.1 – Beispiel für ISDU-Übertragungen	284
Bild I.2 – Beispiel für ISDU-Übertragungen	285
Tabellen	
Tabelle 1 – Dienstzuordnungen von Master und Gerät.....	40
Tabelle 2 – PL_SetMode	41
Tabelle 3 – PL_WakeUp	41
Tabelle 4 – PL_Transfer	42
Tabelle 5 – Elektrische Merkmale eines Empfängers	45
Tabelle 6 – Elektrische Merkmale eines Master-Ports	46
Tabelle 7 – Elektrische Merkmale eines Gerätes	47
Tabelle 8 – Dynamische Merkmale der Übertragung	49
Tabelle 9 – Merkmale der Wake-Up-Anforderung	51
Tabelle 10 – Einschaltdauer	52
Tabelle 11 – Pinbelegungen	53
Tabelle 12 – Kabeleigenschaften	54
Tabelle 13 – Kabelleiterzuordnungen	55
Tabelle 14 – Dienstzuordnungen innerhalb von Master und Gerät.....	57
Tabelle 15 – DL_ReadParam	58
Tabelle 16 – DL_WriteParam	59
Tabelle 17 – DL_Read	60
Tabelle 18 – DL_Write	61
Tabelle 19 – DL_ISDUTransport	62
Tabelle 20 – DL_ISDUAbort	63
Tabelle 21 – DL_PDOutputUpdate	63
Tabelle 22 – DL_PDOutputTransport	64
Tabelle 23 – DL_PDInputUpdate	64
Tabelle 24 – DL_PDInputTransport	65
Tabelle 25 – DL_PDCycle	66
Tabelle 26 – DL_SetMode	66
Tabelle 27 – DL_Mode	67
Tabelle 28 – DL_Event	68
Tabelle 29 – DL_EventConf	68
Tabelle 30 – DL_EventTrigger	69
Tabelle 31 – DL_Control	69

	Seite
Tabelle 32 – DL-A-Dienste innerhalb von Master und Gerät	70
Tabelle 33 – OD	70
Tabelle 34 – PD	72
Tabelle 35 – EventFlag	73
Tabelle 36 – PDInStatus	73
Tabelle 37 – MHInfo	74
Tabelle 38 – ODTrig	74
Tabelle 39 – PDTrig	74
Tabelle 40 – Merkmale der Wake-Up-Prozeduren und -Wiederholungen	77
Tabelle 41 – Zeitliche Merkmale der Fallback-Prozedur	78
Tabelle 42 – Zustandsübergangstabellen des DL-Modus-Handlers des Masters	80
Tabelle 43 – Zustandsübergangstabellen des DL-Modus-Handlers des Gerätes	83
Tabelle 44 – Zustandsübergangstabellen des Nachrichtenhandlers des Masters	89
Tabelle 45 – Zustandsübergangstabellen des Nachrichtenhandlers des Gerätes	92
Tabelle 46 – Zustandsübergangstabellen des Prozessdatenhandlers des Masters	95
Tabelle 47 – Zustandsübergangstabellen des Prozessdatenhandlers des Gerätes	96
Tabelle 48 – Zustandsübergangstabellen des Bedarfsdatenhandlers des Masters	98
Tabelle 49 – Zustandsübergangstabellen des Bedarfsdatenhandlers des Gerätes	99
Tabelle 50 – Definitionen von „FlowCTRL“	101
Tabelle 51 – Zustandsübergangstabellen des ISDU-Handlers des Masters	102
Tabelle 52 – Zustandsübergangstabellen des ISDU-Handlers des Gerätes	104
Tabelle 53 – Steuerungscode	105
Tabelle 54 – Zustandsübergangstabellen des Befehlshandlers des Masters	106
Tabelle 55 – Zustandsübergangstabellen des Befehlshandlers des Gerätes	107
Tabelle 56 – Ereignisspeicher	108
Tabelle 57 – Zustandsübergangstabellen des Ereignishandlers des Masters	109
Tabelle 58 – Zustandsübergangstabellen des Ereignishandlers des Gerätes	110
Tabelle 59 – AL-Dienste innerhalb von Master und Gerät	112
Tabelle 60 – AL_Read	113
Tabelle 61 – AL_Write	114
Tabelle 62 – AL_Abort	115
Tabelle 63 – AL_GetInput	116
Tabelle 64 – AL_NewInput	117
Tabelle 65 – AL_SetInput	117
Tabelle 66 – AL_PDCycle	118
Tabelle 67 – AL_GetOutput	118
Tabelle 68 – AL_NewOutput	119
Tabelle 69 – AL_SetOutput	119

	Seite
Tabelle 70 – AL_Event	120
Tabelle 71 – AL_Control	121
Tabelle 72 – Zustände und Übergänge des Zustandsautomaten der Master-AL bezogen auf Bedarfsdaten	123
Tabelle 73 – Zustände und Übergänge des Zustandsautomaten der Geräte-AL bezogen auf Bedarfsdaten	124
Tabelle 74 – Zustände und Übergänge des Zustandsautomaten der Master-AL bezogen auf Ereignisse	128
Tabelle 75 – Zustände und Übergänge des Zustandsautomaten der Geräte-AL bezogen auf Ereignisse	129
Tabelle 76 – SM-Dienste innerhalb des Masters	136
Tabelle 77 – SM_SetPortConfig	136
Tabelle 78 – Definition von „InspectionLevel“ (IL)	137
Tabelle 79 – Definitionen der Zielmodi	138
Tabelle 80 – SM_GetPortConfig	138
Tabelle 81 – SM_PortMode	140
Tabelle 82 – SM_Operate	140
Tabelle 83 – Zustandsübergangstabellen des Systemmanagements des Masters	142
Tabelle 84 – Zustandsübergangstabellen des Subautomaten „checkCompatibility_1“ des Masters	144
Tabelle 85 – Zustandsübergangstabellen des Subautomaten „checkSerNum_3“ des Masters	148
Tabelle 86 – SM-Dienste innerhalb des Gerätes	151
Tabelle 87 – SM_SetDeviceCom	151
Tabelle 88 – SM_GetDeviceCom	152
Tabelle 89 – SM_SetDeviceIdent	154
Tabelle 90 – SM_GetDeviceIdent	155
Tabelle 91 – SM_SetDeviceMode	156
Tabelle 92 – SM_DeviceMode	156
Tabelle 93 – Zustandsübergangstabellen des Systemmanagements des Gerätes	159
Tabelle 94 – Zustandsübergangstabellen des Zustandsautomaten des PM	167
Tabelle 95 – Definitionen der Parameterprüfungen	169
Tabelle 96 – Zustandsübergangstabellen des Zustandsautomaten der Datenspeicherung	173
Tabelle 97 – Überblick über die Protokollkonstanten für Geräte	180
Tabelle 98 – Klassifikation von Diagnosevorfällen eines Gerätes	182
Tabelle 99 – Zeitliche Steuerung von LED-Anzeigen	184
Tabelle 100 – Interne Variablen und Ereignisse zur Steuerung der allgemeinen Master-Anwendungen	187
Tabelle 101 – Zustandsübergangstabellen des Konfigurationsmanagers	193
Tabelle 102 – Zustände und Übergänge der Zustandsautomaten der Datenspeicherung	199
Tabelle 103 – Zustandsübergangstabellen des Zustandsautomaten des ODE	202
Tabelle 104 – Zustandsübergänge des Zustandsautomaten „DIwithSDCI“	210

	Seite
Tabelle A.1 – Werte für den Kommunikationskanal	212
Tabelle A.2 – Werte für „R/W“	213
Tabelle A.3 – Werte für M-Sequenztypen	213
Tabelle A.4 – Datentypen für Benutzerdaten	214
Tabelle A.5 – Werte für PD-Status	214
Tabelle A.6 – Werte für Ereignis-Flag	215
Tabelle A.7 – M-Sequenztypen für den Modus „STARTUP“	221
Tabelle A.8 – M-Sequenztypen für den Modus „PREOPERATE“	222
Tabelle A.9 – M-Sequenztypen für den Modus „OPERATE“ (veraltete Geräte)	222
Tabelle A.10 – M-Sequenztypen für den Modus „OPERATE“	223
Tabelle A.11 – Empfohlene Mindestzykluszeiten	225
Tabelle A.12 – Definition des Halbbytes „I-Service“	227
Tabelle A.13 – ISDU-Syntax	228
Tabelle A.14 – Definition des Halbbytes „Length“ und des Oktetts „ExtLength“	228
Tabelle A.15 – Verwendung von Indexformaten	229
Tabelle A.16 – Zuordnung von Ereigniscodes (Typ 1)	232
Tabelle A.17 – Werte für „INSTANCE“	234
Tabelle A.18 – Werte für „SOURCE“	234
Tabelle A.19 – Werte für „TYPE“	234
Tabelle A.20 – Werte für „MODE“	235
Tabelle B.1 – Seite 1 und 2 direkter Parameter	237
Tabelle B.2 – Werte für Masterbefehle	238
Tabelle B.3 – Mögliche Werte für „MinCycleTime“	239
Tabelle B.4 – Werte für „ISDU“	239
Tabelle B.5 – Werte für „SIO“	241
Tabelle B.6 – Zulässige Kombinationen von „BYTE“ und „Length“	241
Tabelle B.7 – Implementierungsregeln für Parameter und Befehle	243
Tabelle B.8 – Indexzuordnung von Datenobjekten (Geräteparameter)	244
Tabelle B.9 – Codierung von Systembefehlen (ISDU)	246
Tabelle B.10 – Zuordnungen des Datenspeicherindex	247
Tabelle B.11 – Struktur von „Index_List“	248
Tabelle B.12 – Möglichkeiten für Gerätesperren	249
Tabelle B.13 – Parameter „Device Status“	251
Tabelle B.14 – „Detailed Device Status“ (Index „0x0025“)	252
Tabelle B.15 – Codierung der Zeitbasis und Werte für „Offset Time“	253
Tabelle C.1 – Fehlertypen	255
Tabelle C.2 – Abgeleitete Fehlertypen	258
Tabelle D.1 – Ereigniscodes	260

	Seite
Tabelle D.2 – Grundlegende SDCI-Ereigniscodes	262
Tabelle E.1 – BooleanT	263
Tabelle E.2 – Codierung von „BooleanT“	263
Tabelle E.3 – UIntegerT	264
Tabelle E.4 – IntegerT	264
Tabelle E.5 – Codierung von „IntegerT“ (8 Oktette)	265
Tabelle E.6 – Codierung von „IntegerT“ (4 Oktette)	265
Tabelle E.7 – Codierung von „IntegerT“ (2 Oktette)	265
Tabelle E.8 – Codierung von „IntegerT“ (1 Oktett)	265
Tabelle E.9 – Float32T	266
Tabelle E.10 – Codierung von „Float32T“	266
Tabelle E.11 – StringT	267
Tabelle E.12 – OctetStringT	268
Tabelle E.13 – TimeT	268
Tabelle E.14 – Codierung von „TimeT“	269
Tabelle E.15 – TimeSpanT	269
Tabelle E.16 – Codierung von „TimeSpanT“	269
Tabelle E.17 – Strukturierungsregeln für „ArrayT“	270
Tabelle E.18 – Beispiel für den Zugriff auf ein „ArrayT“	270
Tabelle E.19 – Strukturierungsregeln für „RecordT“	271
Tabelle E.20 – Beispiel 1 für den Zugriff auf einen „RecordT“	271
Tabelle E.21 – Beispiel 2 für den Zugriff auf einen „RecordT“	272
Tabelle E.22 – Beispiel 3 für den Zugriff auf einen „RecordT“	272
Tabelle F.1 – Struktur des gespeicherten DS-Datenobjekts	274
Tabelle F.2 – Zugehörige Header-Informationen für gespeicherte DS-Datenobjekte	274
Tabelle G.1 – EMV-Prüfbedingungen für SDCI	275
Tabelle G.2 – EMV-Prüfpegel	276
Tabelle J.1 – Geeignete CRC-Generatorpolynome	286

0 Einleitung

0.1 Allgemeines

IEC 61131-9 ist Teil einer Reihe von Normen für speicherprogrammierbare Steuerungen und die zugehörigen Peripheriegeräte und sollte im Zusammenhang mit den anderen Teilen dieser Reihe gelesen werden.

Wenn ein Widerspruch zwischen dieser und anderen IEC-Normen (außer Sicherheitsgrundnormen) besteht, sollten die Vorschriften dieser Norm als diejenigen betrachtet werden, denen auf dem Gebiet der speicherprogrammierbaren Steuerungen und der zugehörigen Peripheriegeräte der Vorzug zu geben ist.

Durch den verstärkten Einsatz von Mikrocontrollern in kostengünstigen Sensoren und Aktoren konnten Diagnose- und Konfigurationsdaten hinzugefügt werden, um die zunehmenden Anwendungsanforderungen zu unterstützen.

Die treibende Kraft für die SDCI-Technologie (IO-Link^{TM1)} ist der Austausch der Diagnose- und Konfigurationsdaten in diesen kostengünstigen Sensoren und Aktoren gegen eine Steuerung (SPS), die eine kostengünstige digitale Kommunikationstechnologie einsetzt und gleichzeitig die Rückwärtskompatibilität mit den aktuellen DI/DO-Signalen aufrechterhält.

In Bezug auf Feldbuskonzepte legt die SDCI-Technologie eine allgemeine Schnittstelle für den Anschluss von Sensoren und Aktoren an eine Master-Einheit fest, die mit Gateway-Funktionen kombiniert werden kann, um als entfernter E/A-Feldbusknoten zu agieren.

Jedes SDCI-konforme Gerät kann an jeden verfügbaren Schnittstellenport des Masters angeschlossen werden. SDCI-konforme Geräte führen innerhalb des Gerätes eine Umwandlung physischer Signale in digitale Daten durch und übertragen das Ergebnis anschließend mithilfe der „codierten Schaltung“ der 24-V-E/A-Signalleitung direkt in einem Standardformat; dadurch bleibt der Einsatz verschiedener digitaler und analoger Eingangs- und Ausgangsmodule sowie unterschiedlicher Kabelarten erspart.

Die physische Topologie besteht aus Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen den einzelnen Geräten und dem Master, wobei drei Leiter eingesetzt werden und Entfernungen bis zu 20 m überbrückt werden können. Die physische SDCI-Schnittstelle ist mit der in IEC 61131-2 festgelegten herkömmlichen 24-V-E/A-Signalleitung rückwärtskompatibel. Es werden Datenübertragungsraten von 4,8 kbit/s, 38,4 kbit/s und 230,4 kbit/s unterstützt.

Der Master der SDCI-Schnittstelle erkennt, identifiziert und verwaltet Geräte, die an seinen Ports eingesteckt sind.

Mithilfe von Tools können Geräte mit ihren entsprechenden elektronischen Gerätebeschreibungen (IODD) und ihrer anschließenden Konfiguration verbunden werden, um die Anwendungsanforderungen zu erfüllen.

Die SDCI-Technologie legt drei verschiedene Ebenen von Diagnose-Fähigkeiten fest: für eine sofortige Reaktion durch automatisierte Anforderungen während der Produktionsphase, für eine mittelfristige Reaktion durch den Eingriff des Bedieners oder für eine langfristige Inbetriebnahme und Wartung mithilfe erweiterter Diagnose-Informationen.

Die Struktur dieses Dokuments ist in 4.8 beschrieben.

Die Übereinstimmung mit IEC 61131-9 kann nur beansprucht werden, wenn die Anforderungen aus Anhang G erfüllt sind.

¹⁾ IO-LinkTM ist ein Markenname des IO-Link-Konsortiums. Diese Information wird zur vereinfachten Anwendung der vorliegenden Internationalen Norm gegeben und stellt keine Befürwortung des Markennamenshalters oder seiner Produkte durch IEC dar. Für die Einhaltung dieser Norm ist die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM nicht erforderlich. Die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM erfordert die Zustimmung des IO-Link-Konsortiums.

Allgemeine Begriffe sind in IEC 61131-1 oder IEC 60050 festgelegt; speziellere Begriffe sind im entsprechenden Teil dieser Normenreihe definiert.

0.2 Patenterklärung

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) weist darauf hin, dass die Übereinstimmung mit diesem Dokument die Verwendung von Patenten hinsichtlich der seriellen Punkt-zu-Punkt-Kommunikationschnittstelle für kleine Sensoren und Aktoren wie folgt bedeuten kann, wobei der Vermerk „[XX]“ den Halter des Patentrechts angibt:

DE 10030845B4 EP 1168271B1 US 6889282B2	[AB]	Feldbus-Anschlusssystem für Aktoren oder Sensoren
EP 1203933 B1	[FE]	Sensoranordnung zur Erfassung wenigstens eines Messwerts
DE 102004035831-A1	[SI]	Verfahren und Vorrichtung zur Inbetriebnahme eines Geräts
DE 102 119 39 A1 US 2003/0200323 A1	[SK]	Kopplungsvorrichtung zum Ankoppeln von Geräten an ein Bussystem

Die IEC nimmt keine Stellung zur Rechtmäßigkeit, zur Gültigkeit und zum Anwendungsbereich dieser Patentrechte.

Der Halter dieser Patentrechte hat IEC zugesichert, dass er bereit ist, über Lizenzen zu vernünftigen und nicht diskriminierenden Geschäftsbedingungen mit Antragstellern in der ganzen Welt zu verhandeln. In diesem Zusammenhang ist die Erklärung des Halters dieser Patentrechte bei IEC registriert.

Informationen sind erhältlich bei:

[AB]	ABB AG Heidelberg Deutschland
[FE]	Festo AG Esslingen Deutschland
[SI]	Siemens AG I IA AS FA TC Karlsruhe Deutschland
[SK]	Sick AG Waldkirch Deutschland

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können, ohne dass diese vorstehend identifiziert wurden. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

1 Anwendungsbereich

Der vorliegende Teil der Normenreihe IEC 61131 legt die Technologie einer digitalen Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsschnittstelle für kleine Sensoren und Aktoren – SDCI (allgemein bekannt als IO-Link^{TM2)}) – fest, die die herkömmlichen Schnittstellen digitaler Ein- und Ausgänge, wie in IEC 61131-2 definiert, um eine Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsverbindung erweitert. Diese Technologie ermöglicht die Übertragung von Parametern an Geräte und die Übermittlung von Diagnose-Informationen von den Geräten zum Automatisierungssystem.

Diese Technologie ist hauptsächlich für einfache Sensoren und Aktoren in der Fertigungsautomation vorgesehen, die kleine, kostengünstige Mikrocontroller einsetzen.

Der vorliegende Teil legt die SDCI-Kommunikationsdienste und das SDCI-Kommunikationsprotokoll (Bitübertragungsschicht, Sicherungsschicht und Anwendungsschicht nach dem ISO/OSI-Referenzmodell) sowohl für die SDCI-Master als auch für die SDCI-Geräte fest.

Er umfasst weiterhin EMV-Prüfanforderungen.

Dieser Teil deckt weder Kommunikationsschnittstellen oder -systeme ab, die Mehrpunktverbindungen umfassen, noch behandelt er die Integration von SDCI in Systeme höherer Schichten, wie Feldbusse.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60947-5-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

IEC 61076-2-101, *Connectors for electronic equipment – Product requirements – Part 2-101: Circular connectors – Detail specification for M12 connectors with screw-locking*

²⁾ IO-LinkTM ist ein Markenname des IO-Link-Konsortiums. Diese Information wird zur vereinfachten Anwendung der vorliegenden Internationalen Norm gegeben und stellt keine Befürwortung des Markennamenhalters oder seiner Produkte durch IEC dar. Für die Einhaltung dieser Norm ist die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM nicht erforderlich. Die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM erfordert die Zustimmung des IO-Link-Konsortiums.

IEC 61131-2, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

IEC 61158-2, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 2: Physical layer specification and service definition*

IEC 61158-3, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 3: Data link layer service definition*

IEC 61158-4, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 4: Data link layer protocol specification*

IEC 61158-5, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 5: Application layer service definition*

IEC 61158-6, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 6: Application layer protocol specification*

IEC 61784-1, *Digital data communications for measurement and control – Part 1: Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems*

ISO/IEC 10731, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Conventions for the definition of OSI services*

ISO/IEC 7498-1, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 1: The Basic Model*

3 Begriffe, Symbole, Abkürzungen und Konventionen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 61131-1 und IEC 61131-2 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Adresse

(en: address)

Teil der M-Sequenzsteuerung zur Referenzierung von Daten innerhalb von Datenkategorien eines Kommunikationskanals

3.1.2

Anwendungsschicht (AL)

(en: application layer, AL)

<SDCI> Teil des Protokolls, der für die Übertragung von Prozessdatenobjekten und Bedarfsdatenobjekten verantwortlich ist

3.1.3

Blockparameter

(en: block parameter)

einheitlicher Zugriff auf Parameter über mehrere Indizes oder Subindizes

3.1.4

Prüfsumme

(en: checksum)

<SDCI> ergänzender Teil der übergreifenden Maßnahmen zur Datenintegrität in der Sicherungsschicht zusätzlich zum UART-Paritätsbit

3.1.5

CHKPDU

(en: **CHKPDU**)

Daten zum Schutz der Integrität innerhalb eines ISDU-Kommunikationskanals, die mittels XOR-Verarbeitung der Oktette einer Anforderung oder Antwort generiert werden

3.1.6

codierte Schaltung

(en: **coded switching**)

SDCI-Kommunikation auf der Grundlage der in IEC 61131-2 festgelegten standardmäßigen Binärsignalpegel

3.1.7

COM1

(en: **COM1**)

SDCI-Kommunikationsmodus mit einer Datenübertragungsrate von 4,8 kbit/s

3.1.8

COM2

(en: **COM2**)

SDCI-Kommunikationsmodus mit einer Datenübertragungsrate von 38,4 kbit/s

3.1.9

COM3

(en: **COM3**)

SDCI-Kommunikationsmodus mit einer Datenübertragungsrate von 230,4 kbit/s

3.1.10

COMx

(en: **COMx**)

einer der drei möglichen SDCI-Kommunikationsmodi „COM1“, „COM2“ oder „COM3“

3.1.11

Kommunikationskanal

(en: **communication channel**)

logische Verbindung zwischen Master und Gerät

Anmerkung 1 zum Begriff: Es sind vier Kommunikationskanäle definiert: Prozesskanal, Seiten- und ISDU-Kanal (für Parameter) und Diagnosekanal.

3.1.12

Kommunikationsfehler

(en: **communication error**)

unerwartete Störung des SDCI-Übertragungsprotokolls

3.1.13

Zykluszeit

(en: **cycle time**)

Zeit zur Übertragung einer M-Sequenz zwischen einem Master und dem entsprechenden Gerät einschließlich der anschließenden Leerlaufzeit

3.1.14

Gerät

(en: **Device**)

einzelner passiver Peer zu einem Master, wie ein Sensor oder ein Aktor

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird „Device“ in der englischen Sprache groß geschrieben, bezieht es sich auf SDCI-Einrichtungen; „device“ klein geschrieben bezeichnet Geräte im Allgemeinen.

3.1.15

direkte Parameter

(en: **Direct Parameters**)

direkt (seiten-)adressierte Parameter, die azyklisch ohne Bestätigung über den Seitenkommunikationskanal übertragen werden

3.1.16

dynamischer Parameter

(en: **dynamic parameter**)

zu den statischen Parametern zusätzlicher Teil des Parametersatzes eines Gerätes, der durch geräteseitige Benutzerschnittstellen, wie Teach-in-Tasten oder Bedienfelder, festgelegt ist

3.1.17

Ereignis

(en: **Event**)

Instanz einer Änderung von Zuständen

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird „Event“ in der englischen Sprache groß geschrieben, bezieht es sich auf SDCI-Ereignisse; „event“ klein geschrieben bezeichnet Ereignisse im Allgemeinen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Ereignis wird innerhalb der zyklischen Statusinformationen des Gerätes über das Ereignis-Flag angezeigt; anschließend erfolgt die azyklische Übertragung von Ereignisdaten (typischerweise Diagnose-Informationen) über den Diagnose-Kommunikationskanal.

[QUELLE: IEC 61158-5-x, modifiziert]

3.1.18

Fallback

(en: **fallback**)

Übergang eines Ports vom Modus „Codierte Schaltung“ in den Schaltsignalmodus

3.1.19

Rahmungsfehler

(en: **framing error**)

fehlerhafte UART-Rahmen (Bitübertragungsschicht)

3.1.20

Verschachtelung

(en: **interleave**)

segmentierter zyklischer Datenaustausch für Prozessdaten mit mehr als zwei Oktetten durch aufeinanderfolgende Zyklen

3.1.21

ISDU

(en: **ISDU**)

indexierte Dienstdateneinheit (en: Indexed Service Data Unit) für die bestätigte azyklische Übertragung von Parametern, die in eine Reihe von M-Sequenzen segmentiert werden kann

3.1.22

Altsystem (Gerät oder Master)

(en: **legacy (Device or Master)**)

Gerät oder Master, das/der in Übereinstimmung mit [13] entworfen wurde

3.1.23

M-Sequenz

(en: **M-sequence**)

Folge von zwei Nachrichten, die eine Master-Nachricht und die darauffolgende Geräte-Nachricht umfasst

3.1.24

M-Sequenzsteuerung

(en: **M-sequence control**)

erstes Oktett in einer Master-Nachricht, das die Lese-/Schreib-Operation, den Typ des Kommunikationskanals und die Adresse angibt, z. B. Abstand oder Flusssteuerung

3.1.25

M-Sequenzfehler

(en: **M-sequence error**)

unerwarteter oder falscher Nachrichteninhalt oder keine Antwort

3.1.26

M-Sequenztyp

(en: **M-sequence type**)

ein bestimmtes Format von M-Sequenzen aus einem Satz von festgelegten Formaten für M-Sequenzen

3.1.27

Master

(en: **Master**)

aktiver Peer, der über Ports mit einem Gerät oder bis zu n Geräten verbunden ist und eine Schnittstelle zum Gateway zu den Kommunikationssystemen oder speicherprogrammierbaren Steuerungen der höheren Schicht bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird „Master“ in der englischen Sprache groß geschrieben, bezieht es sich auf SDCI-Einrichtungen; „master“ klein geschrieben bezeichnet Master im Allgemeinen.

3.1.28

Nachricht

(en: **message**)

<SDCI> Folge von UART-Rahmen, die entweder von einem Master an das entsprechende Gerät oder umgekehrt nach den Regeln des SDCI-Protokolls übertragen wird

3.1.29

Bedarfsdaten

(en: **On-request Data**)

Daten, wie Parameter- oder Ereignisdaten, die auf Anforderung der Master-Anwendung azyklisch übertragen werden

3.1.30

Bitübertragungsschicht

(en: **physical layer**)

erste Schicht des ISO/OSI-Referenzmodells, welche die mechanischen, elektrischen, funktionalen und prozeduralen Mittel zur Aktivierung, Aufrechterhaltung und Deaktivierung physischer Verbindungen für die Bitübertragung zwischen Einheiten der Sicherungsschicht bereitstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bitübertragungsschicht stellt auch Mittel für Wake-Up- und Fallback-Prozeduren bereit.

[QUELLE: ISO/IEC 7498-1, modifiziert]

3.1.31

Port

(en: **port**)

Schnittstelle des Masters zum Übertragungsmedium, das mit einem Gerät verbunden ist

3.1.32

Betriebsmodus des Ports

(en: **port operating mode**)

Zustand eines Ports des Masters: entweder „INACTIVE“, „DO“, „DI“, „FIXEDMODE“ oder „SCANMODE“

3.1.33

Prozessdaten

(en: **Process Data**)

Eingangs- oder Ausgangswerte von oder zu einem diskreten oder kontinuierlichen Automatisierungsprozess, die mit hoher Priorität zyklisch und innerhalb eines konfigurierten Plans automatisch nach dem Einschalten eines Masters übertragen werden

3.1.34

Prozessdatenzyklus

(en: **Process Data cycle**)

vollständige Übertragung aller Prozessdaten von einem oder an ein einzelnes Gerät, die im Fall der Segmentierung (Verschachtelung) mehrere Zyklen umfassen kann

3.1.35

einzelner Parameter

(en: **single parameter**)

unabhängiger Parameterzugriff über einen einzelnen Index oder Subindex

3.1.36

SIO

(en: **SIO**)

Betriebsmodus des Ports in Übereinstimmung mit den in IEC 61131-2 festgelegten digitalen Ein- und Ausgängen, auf den nach dem Einschalten oder Fallback oder fehlgeschlagenen Kommunikationsversuchen eingestellt wird

3.1.37

statischer Parameter

(en: **static parameter**)

Teil des Parametersatzes eines Geräts, der in einem Master für den Fall eines Geräteaustausches ohne Engineering-Tools zu speichern ist

3.1.38

Schaltsignal

(en: **switching signal**)

Binärsignal von oder zu einem Gerät, wenn sich dieses im SIO-Modus befindet (im Gegensatz zur SDCI-Kommunikation „Codierte Schaltung“)

3.1.39

Systemmanagement (SM)

(en: **system management (SM)**)

<SDCI> Mittel zur Steuerung und Koordinierung der internen Kommunikationsschichten und der Ausnahmen innerhalb des Masters und seiner Ports und innerhalb der einzelnen Geräte

3.1.40

UART-Rahmen

(en: **UART frame**)

<SDCI> Bitfolge, die mit einem Startbit beginnt, gefolgt von acht Bits, die ein Datenoktett bilden, anschließend folgt ein gerades Paritätsbit und schließlich ein Stoppbit am Ende

3.1.41

Wake-Up

(en: **wake-up**)

Prozedur, um ein Gerät zu veranlassen, vom SIO-Modus in den SDCI-Modus zu wechseln

3.1.42

Wake-Up-Anforderung (WURQ)

(en: **wake-up request (WURQ)**)

Dienst der Bitübertragungsschicht, der vom Master verwendet wird, um ein Gerät „aufzuwecken“ (Wake-Up) und es in einen empfangsbereiten Zustand zu versetzen

3.2 Symbole und Abkürzungen

Δf_{DTR}	zulässige Abweichung von der Datenübertragungsrate, gemessen in %
ΔPS	Restwelligkeit, gemessen in V
AL	Anwendungsschicht (en: Application Layer)
BEP	Bitfehlerwahrscheinlichkeit (en: Bit Error Propability)
C/Q	Verbindung für Kommunikationssignal (C) oder Schaltsignal (Q) (SIO)
CL_{eff}	effektive Gesamtkabelkapazität, gemessen in nF
CQ	Eingangskapazität bei „C/Q“-Verbindung, gemessen in nF
DI	digitaler Eingang (en: Digital Input)
DL	Sicherungsschicht (en: Data Link Layer)
DO	digitaler Ausgang (en: Digital Output)
f_{DTR}	Datenübertragungsrate, gemessen in bit/s (en: Data Transfer Rate)
H/L	High-/Low-Signal am Empfängerausgang
E/A	Eingang/Ausgang
ILL	Eingangslaststrom bei Eingang „C/Q“ bis „V0“, gemessen in A
IODD	IO Device Description (siehe 10.8)
IQ	Treiberstrom bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IQH	Treiberstrom am High-Side-Treiber bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IDL	Treiberstrom am Low-Side-Treiber bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IQPK	Maximaler Treiberstrom bei ungesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IQPKH	Maximaler Treiberstrom am High-Side-Treiber bei ungesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IQPKL	Maximaler Treiberstrom am Low-Side-Treiber bei ungesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in A
IQQ	Ruhestrom bei Eingang „C/Q“ bis „V0“ mit inaktiven Ausgangstreibern, gemessen in A
IQ_{WU}	Amplitude des Stroms der Wake-Up-Anforderung des Masters, gemessen in A
IS	Versorgungsstrom bei „V+“, gemessen in A
ISIR	Fähigkeit der Stromimpulsversorgung bei „V+“, gemessen in A
LED	Leuchtdiode (en: Light Emitting Diode)
L–	Stromversorgung (–)
L+	Stromversorgung (+)
N24	zusätzliche 24-V-Stromversorgung (–)
n_{WU}	Anzahl der Wake-Up-Wiederholungen
An/Aus	An/Aus-Schaltsignal des Treibers
ON-REQ	Bedarfsdaten (en: On-Request Data)
OVD	Signalübersteuerungserkennung (en: Signal Overload Detect)
P24	zusätzliche 24-V-Stromversorgung (+)
PDCT	Port- und Gerätekonfigurationstool (en: Port and Device Configuration Tool)
PL	Bitübertragungsschicht (en: Physical Layer)

SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
PS	Stromversorgung, gemessen in V
r	Zeit zum Erreichen eines stabilen Pegels mit Bezug auf den Anfang des Startbits, gemessen in T_{BIT}
RL_{eff}	Schleifenwiderstand des Kabels, gemessen in Ω
s	Zeit zum Verlassen eines stabilen Pegels mit Bezug auf den Anfang des Startbits, gemessen in T_{BIT}
SDCI	digitale Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsschnittstelle (en: Single-Drop Digital Communication Interface)
SIO	Standard-Eingang/-Ausgang (digitaler Umschaltmodus) (en: Standard Input Output) [IEC 61131-2]
SM	Systemmanagement
t_1	Verzögerung der Übertragung des UART-Rahmens am Master, gemessen in T_{BIT}
t_2	Verzögerung der Übertragung des UART-Rahmens am Gerät, gemessen in T_{BIT}
t_A	Verzögerung der Antwort am Gerät, gemessen in T_{BIT}
T_{BIT}	Bitzeit, gemessen in s
t_{CYC}	Zykluszeit auf M-Sequenzebene, gemessen in s
t_{DF}	Abfallzeit, gemessen in s
T_{DMT}	Verzögerungszeit beim Aufbau der Master-Port-Kommunikation, gemessen in T_{BIT}
t_{DR}	Anstiegszeit, gemessen in s
T_{DSIO}	Verzögerungszeit am Gerät beim Übergang in den SIO-Modus nach Wake-Up-Anforderung, gemessen in s
T_{DWU}	Verzögerung bei Wake-Up-Wiederholung, gemessen in s
$t_{M-sequence}$	Dauer der M-Sequenz, gemessen in T_{BIT}
t_{idle}	Leerlaufzeit zwischen zwei M-Sequenzen, gemessen in s
t_H	Zeit für High-Level-Erkennung, gemessen in s
t_L	Zeit für Low-Level-Erkennung, gemessen in s
t_{ND}	Zeit für Funkentstörung, gemessen in s
T_{OFS}	zeitlicher Abstand für die Prozessdatenverarbeitung im Gerät mit Bezug zum Beginn des Zyklus, gemessen in s
T_{RDL}	Wake-Up-Bereitschaft nach Einschaltung, gemessen in s
T_{REN}	Aktivierung des Empfangs, gemessen in s
T_{SD}	Zeit für Geräteerkennung, gemessen in s
T_{WU}	Impulsdauer der Wake-Up-Anforderung, gemessen in s
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
UML	Unified Modelling Language
V+	Spannung bei „L+“
V0	Spannung bei „L–“

VD–	Spannungsabfall auf der Leitung zwischen den „L–“-Verbindungen am Master und Gerät, gemessen in V
VD+	Spannungsabfall auf der Leitung zwischen den „L+“-Verbindungen am Master und Gerät, gemessen in V
VDQ	Spannungsabfall auf der Leitung zwischen den „C/Q“-Verbindungen am Master und Gerät, gemessen in V
VHYS	Hysterese der Schwellenspannung des Empfängers, gemessen in V
VI	Eingangsspannung bei Verbindung „C/Q“ mit Bezug auf „V0“, gemessen in V
VIH	Eingangsspannungsbereich bei Verbindung „C/Q“ für High-Signal, gemessen in V
VIL	Eingangsspannungsbereich bei Verbindung „C/Q“ für Low-Signal, gemessen in V
VRQ	Restspannung am Treiber bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in V
VRQH	Restspannung am High-Side-Treiber bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in V
VRQL	Restspannung am Low-Side-Treiber bei gesättigtem Betriebsstatus „AN“, gemessen in V
VTH	Schwellenspannung des Empfängers in Bezug auf „V0“, gemessen in V
VTHH	Schwellenspannung des Empfängers für die sichere Erkennung eines High-Signals, gemessen in V
VTHL	Schwellenspannung des Empfängers für die sichere Erkennung eines Low-Signals, gemessen in V
WURQ	Wake-Up-Anforderungsimpuls

3.3 Konventionen

3.3.1 Allgemeines

Das in diesem Dokument dargestellte Dienstmodell sowie die gezeigten Dienstelemente und Diagramme entsprechen gänzlich abstrakten Beschreibungen. Die Implementierung der Dienste kann aufgrund individueller Aspekte davon abweichen.

3.3.2 Dienstparameter

Dienstelemente werden verwendet, um Interaktionen zwischen Diensteanbietern und Verbrauchern darzustellen (ISO/IEC 10731). Sie übermitteln Parameter, welche die in der Interaktion zwischen Anbieter und Verbraucher verfügbaren Informationen anzeigen. In einer bestimmten Schnittstelle muss nicht jeder einzelne Parameter explizit angegeben werden.

In der Dienstspezifikation in diesem Dokument werden die Komponentenparameter der Dienstelemente im Tabellenformat beschrieben. Die Parameter, die sich auf die einzelnen Gruppen von Dienstelementen beziehen, werden tabellarisch aufgeführt. Jede Tabelle umfasst bis zu fünf Spalten für

- 1) den Parameternamen,
- 2) das Anforderungselement (.req),
- 3) das Anzeigeelement (.ind),
- 4) das Antwortelement (.rsp) und,
- 5) das Bestätigungselement (.cnf).

In jeder Zeile der einzelnen Tabellen ist ein Parameter (oder eine Komponente davon) aufgeführt. In den entsprechenden Spalten zu den Dienstelementen wird ein Kürzel verwendet, um den Verwendungstyp des Parameters zu dem in der Spalte festgelegten Element anzugeben.

- M Der Parameter ist für das Element obligatorisch.
- U Der Parameter ist eine Benutzeroption und kann abhängig von der dynamischen Nutzung des Dienstbenutzers bereitgestellt oder nicht bereitgestellt werden. Wird er nicht bereitgestellt, wird für den Parameter ein Standardwert angenommen.
- C Der Parameter ist durch andere Parameter oder durch die Umgebung des Dienstbenutzers bedingt.
 - Der Parameter ist nie vorhanden.
- S Der Parameter ist ein ausgewähltes Element.

Einige Einträge sind durch weitere Elemente in Klammern gekennzeichnet. Dazu gehören folgende:

- a) die parameterspezifische Einschränkung „(=)“ gibt an, dass der Parameter semantisch dem Parameter in dem Dienstelement links daneben entspricht;
- b) die Angabe, dass sich eine Anmerkung auf den Eintrag „(n)“ bezieht, gibt an, dass die folgende Anmerkung „n“ zusätzliche Informationen zu dem Parameter und seiner Verwendung enthält.

3.3.3 Dienstprozeduren

Die Prozeduren sind in Bezug auf

- die Interaktionen zwischen Anwendungseinheiten durch den Austausch von Protokolldateneinheiten und
- die Interaktionen zwischen einem Dienstanbieter der Kommunikationsschicht und einem Dienstverbraucher der Kommunikationsschicht in demselben System durch den Aufruf von Dienstelementen festgelegt.

Diese Prozeduren sind auf Kommunikationsinstanzen zwischen Systemen anwendbar, die zeitbeschränkte Kommunikationsdienste innerhalb der Kommunikationsschichten unterstützen.

3.3.4 Dienstattribute

Die Beschaffenheit der verschiedenen (Master- und Geräte-)Dienste wird durch Attribute beschrieben. Alle Dienste werden aus Sicht der betroffenen Schicht in Richtung der darüber liegenden Schicht festgelegt.

- I Initiator eines Dienstes (gegenüber der darüber liegenden Schicht)
- E Empfänger (Beantworter) eines Dienstes (von der darüber liegenden Schicht)

3.3.5 Bilder

Für Bilder, welche die Struktur und die Dienste von Protokollschichten darstellen, werden die folgenden Konventionen verwendet:

- ein Pfeil mit einem Dienstenamen stellt sowohl eine Anforderung als auch die entsprechende Bestätigung dar, wobei die Anforderung in Richtung des Pfeils erfolgt;
- eine Anforderung ohne Bestätigung sowie alle Anzeigen und Antworten werden als solche bezeichnet (d. h. „Dienst.req“, „Dienst.ind“, „Dienst.rsp“).

Bild 1 zeigt das Beispiel eines bestätigten Dienstes.

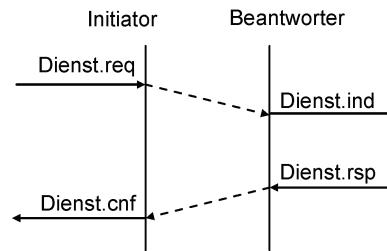
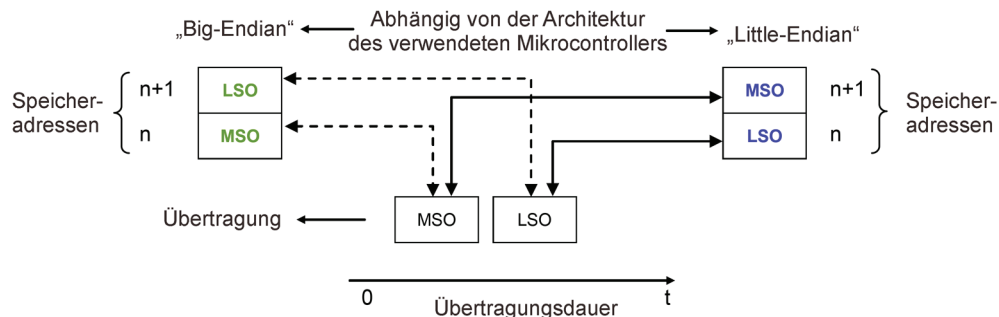


Bild 1 – Beispiel eines bestätigten Dienstes

3.3.6 Übertragungsreihenfolge der Oktette

Bild 2 zeigt, wie WORD-basierte Datentypen vom Speicher zum Übertragungsmedium und umgekehrt übermittelt werden (d. h. das höchstwertige Oktett wird zuerst übertragen, siehe 7.3.3.2 und 7.3.6.1).



Legende

MSO = höchstwertiges Oktett

LSO = niedrigstwertiges Oktett

Bild 2 – Speicher und Übertragungsreihenfolge für WORD-basierte Datentypen

3.3.7 Verhaltensbeschreibungen

Für die Verhaltensbeschreibungen werden die Notationen von UML 2 [5] verwendet (z. B. Zustands-, Sequenz-, Aktivitäts- und Zeitdiagramme, Wächterbedingungen). Die Gestaltung der zugehörigen Zustandsübergangstabellen richtet sich nach IEC 62390 [4].

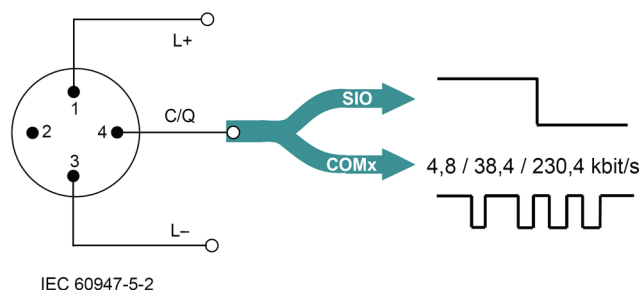
Aufgrund von Beschränkungen des Konstruktionstools gelten folgende Ausnahmen. Bei Zustandsdiagrammen wird ein Dienstparameter (in Großbuchstaben) mit einem Unterstrich an den Dienstenamen angehängt, wie z. B. in „DL_SetMode_INACTIVE“. Bei Sequenzdiagrammen wird das Dienstelement mit einem Unterstrich statt einem Punkt angeschlossen und der Dienstparameter in Klammern angefügt, wie z. B. in „DL_Event_ind (OPERATE)“. Zeitbeschränkungen werden mit „tm(Zeit in ms)“ bezeichnet.

Asynchron empfangene Dienstaufrufe werden innerhalb von Zustandsdiagrammen nicht ausführlich modelliert.

4 Überblick über SDCI (IO-Link^{TM3)})

4.1 Ziel der Technologie

Bild 3 zeigt das Grundkonzept von SDCI.



Pin	Signal	Definition	Norm
1	L+	24 V	IEC 61131-2
2	I/Q	Nicht verbunden, DI oder DO	IEC 61131-2
3	L-	0 V	IEC 61131-2
4	Q	„Schaltsignal“ DI, DO (SIO)	IEC 61131-2
	C	„Codierte Schaltung“ (COM1, COM2, COM3)	IEC 61131-9

Bild 3 – SDCI-Kompatibilität mit IEC 61131-2

Die SDCI-Technologie für kleine Sensoren und Aktoren (allgemein bekannt als IO-LinkTM) legt einen Migrationspfad von den vorhandenen Schnittstellen digitaler Ein- und Ausgänge für 24-V-Schaltgeräte nach IEC 61131-2 zu einer Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsverbindung fest. Auf diese Weise können z. B. digitale E/A-Module in vorhandenen Feldbusperipherien durch SDCI-Mastermodule, die sowohl die klassischen DI/DO-Schnittstellen als auch SDCI bereitstellen, ersetzt werden. Die analoge Übertragungstechnologie kann durch die SDCI-Technologie ersetzt werden, wodurch ihre Robustheit, Parametrisierung und Diagnosefunktionen mit reduziertem Konvertierungsaufwand von digital zu analog und umgekehrt kombiniert werden.

³⁾ IO-LinkTM ist ein Markenname des IO-Link-Konsortiums. Diese Information wird zur vereinfachten Anwendung der vorliegenden Internationalen Norm gegeben und stellt keine Befürwortung des Markennamenhalters oder seiner Produkte durch IEC dar. Für die Einhaltung dieser Norm ist die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM nicht erforderlich. Die Verwendung der registrierten Logos für IO-LinkTM erfordert die Zustimmung des IO-Link-Konsortiums.

4.2 Positionierung innerhalb der Automatisierungshierarchie

Bild 4 zeigt das Einsatzgebiet der SDCI-Technologie innerhalb der Automatisierungshierarchie.

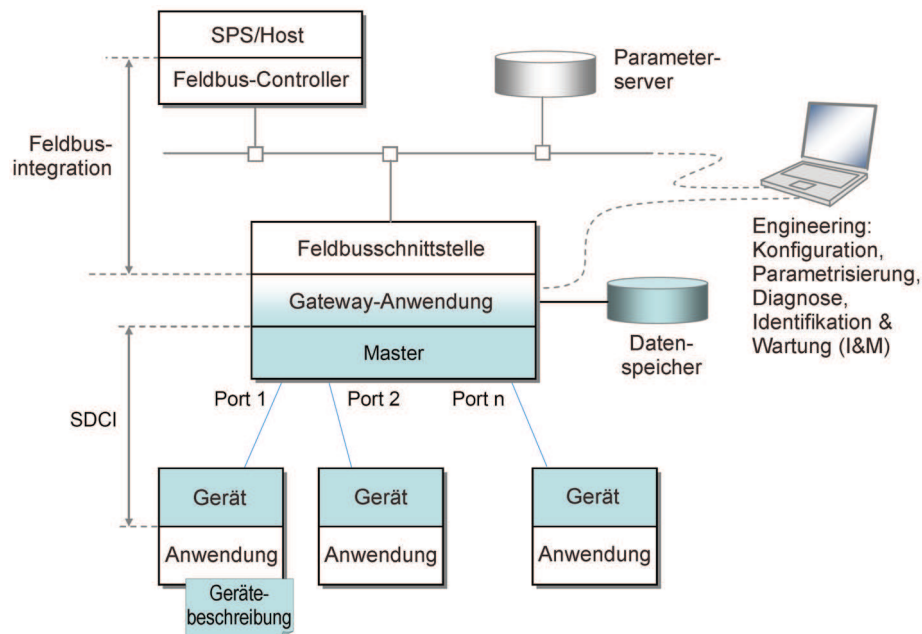


Bild 4 – Einsatzgebiet der SDCI-Technologie innerhalb der Automatisierungshierarchie

Die SDCI-Technologie legt eine allgemeine Schnittstelle für das Verbinden von Sensoren und Aktoren mit einer Master-Einheit fest, die kombiniert mit Gateway-Fähigkeiten als entfernter E/A-Feldbusknoten agieren kann.

Ausgangspunkt für die Ausführung der Schnittstelle ist der klassische digitale 24-V-Eingang (DI) nach IEC 61131-2 und die in Tabelle 6 definierte Ausgangsschnittstelle (DO). Demzufolge bietet SDCI den Anschluss klassischer 24-V-Sensoren („Schaltsignale“) als standardmäßigen Betriebsmodus an. Zusätzliche Konnektivität wird für Aktoren bereitgestellt, wenn ein Port im „Punkt-zu-Punkt-Kommunikationsmodus“ konfiguriert wurde.

Viele der heutigen Sensoren und Aktoren sind bereits mit Mikrocontrollern ausgestattet, die über eine UART-Schnittstelle verfügen; diese Mikrocontroller können durch zusätzliche Hardwarekomponenten und Protokollsoftware derart erweitert werden, dass sie die SDCI-Kommunikation unterstützen. Dieser zweite Betriebsmodus setzt die „codierte Schaltung“ der 24-V-E/A-Signalleitung ein. Sobald der SDCI-Modus aktiviert ist, unterstützt er die Parametrisierung, den zyklischen Datenaustausch, Diagnose-Berichte, I&M-Informationen sowie die Speicherung externer Parameter für die Gerätesicherung und das schnelle Neuladen von Ersatzgeräten. SDCI-fähige Sensoren und Aktoren werden in diesem Dokument als „Geräte“ bezeichnet. Um ihre Anlaufleistung zu verbessern, sind diese Geräte üblicherweise mit nicht-flüchtigen Speichern für Parameter ausgestattet.

ANMERKUNG Die Konfiguration und Parametrisierung von Geräten wird durch eine XML-basierte Gerätebeschreibung [3] unterstützt, die in diesem Dokument nicht behandelt wird.

4.3 Verdrahtung, Stecker und Stromversorgung

Der Standardanschluss (Portklasse A) umfasst vier Pins (siehe Bild 3). Die Standardverdrahtung für Ports der Klasse A entspricht IEC 60947-5-2 und verwendet nur drei Kabel: eines für 24 V, eines für 0 V und eines als Signalleitung. Das vierte Kabel kann unter Einhaltung von IEC 61131-2 als zusätzliche Signalleitung verwendet werden.

Anschlüsse mit fünf Pins (Portklasse B) werden für Geräte festgelegt, die zusätzlichen Strom von einer unabhängigen 24-V-Stromversorgung benötigen.

ANMERKUNG Ein Gerät der Portklasse A, das das vierte Kabel verwendet, ist nicht mit einem Master der Portklasse B kompatibel.

Die maximale Länge der Kabel beträgt 20 m; eine Schirmung ist nicht erforderlich.

4.4 Kommunikationsfunktionen von SDCI

Das allgemeine Gerätemodell ist in Bild 5 dargestellt und wird im folgenden Abschnitt erläutert.

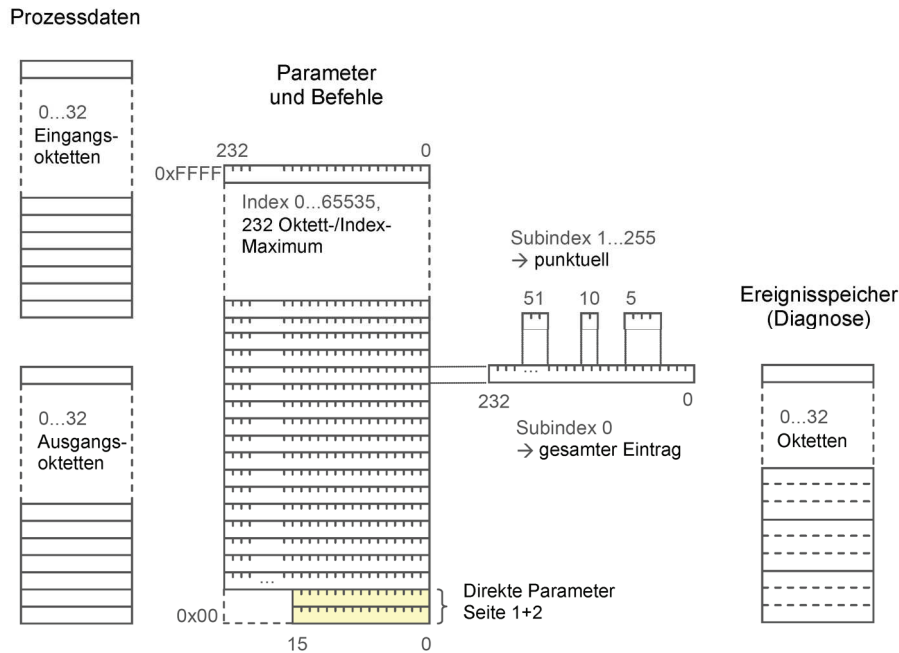


Bild 5 – Allgemeines Gerätemodell für SDCI (Sicht des Masters)

Ein Gerät kann Prozessdaten empfangen (aus), um einen diskreten oder kontinuierlichen Automatisierungsprozess zu steuern, oder Prozessdaten senden (ein), die seinen aktuellen Zustand oder Messwerte darstellen. Das Gerät stellt üblicherweise Parameter bereit, damit der Benutzer die entsprechenden Funktionen zur Erfüllung bestimmter Anforderungen konfigurieren kann. Um diesen Anwendungsfall zu unterstützen, wird ein großer Parameterbereich festgelegt, auf den über einen Index (0 bis 65 535 mit vordefinierter Ordnung) und einen Subindex (0 bis 255) zugegriffen werden kann.

Die ersten beiden Indizeinträge 0 und 1 sind für die Seiten 1 und 2 direkter Parameter mit jeweils maximal 16 Oktetten reserviert. Die Parameterseite 1 enthält hauptsächlich Masterbefehle, wie Start und Fallback von Geräten oder Abruf gerätespezifischer Betriebs- und Identifikationsinformationen. Parameterseite 2 lässt maximal 16 Oktette gerätespezifischer Parameter zu.

Die anderen Indizes (2 bis 65 535) ermöglichen jeweils den Zugriff auf einen Eintrag mit einer maximalen Größe von 232 Oktetten. Subindex 0 legt die Übertragung des gesamten vom Index adressierten Eintrags fest; andere Subindizes legen den Transfer ausgewählter Datenelemente innerhalb des Eintrags fest.

Innerhalb eines Eintrags können die einzelnen Datenelemente mit beliebigem Bit-Abstand beginnen und eine Länge von 1 bit bis zu 232 Oktetten aufweisen; die Gesamtmenge von Datenelementen im Eintrag darf 255 allerdings nicht überschreiten. Die Anordnung der Datenelemente innerhalb eines Eintrags ist in der Gerätebeschreibung (IODD) festgelegt.

Alle Änderungen des Gerätezustands, die eine Meldung oder einen Eingriff erfordern, werden vor der Übertragung in einem Ereignisspeicher gespeichert. Im zyklischen Datenaustausch wird ein Ereignis-Flag gesetzt, um das Vorhandensein eines Ereignisses anzuzeigen.

Die Kommunikation zwischen einem Master und einem Gerät erfolgt Punkt-zu-Punkt und beruht auf dem Prinzip eines Masters, der zuerst eine Anforderungsnachricht sendet, und eines Gerätes, das anschließend eine Antwortnachricht sendet (siehe Bild 36). Beide Nachrichten zusammen werden als „M-Sequenz“ bezeichnet. Zur Unterstützung von Benutzeranforderungen an die Datenübertragung sind mehrere Typen von M-Sequenzen festgelegt (siehe Bild 37).

Daten verschiedener Kategorien werden innerhalb der Sicherungsschicht über einzelne Kommunikationskanäle übertragen, wie in Bild 6 gezeigt.

- Betriebsdaten, wie Geräteeingänge und -ausgänge, werden mithilfe des zyklischen Transfers über einen Prozesskanal übertragen. Betriebsdaten können auch mit Kennzeichnern wie „gültig/ungültig“ versehen werden.
- Konfigurations- und Wartungsparameter werden mithilfe des azyklischen Transfers übertragen. Ein Seitenkanal ermöglicht den direkten Zugriff auf die Parameterseiten 1 und 2 und über einen ISDU-Kanal kann auf zusätzliche Parameter und Befehle zugegriffen werden.
- Geräteereignisse werden azyklisch über einen Diagnosekanal übertragen. Geräteereignisse werden mithilfe von drei Schweregraden gemeldet: Fehler, Warnung und Benachrichtigung.

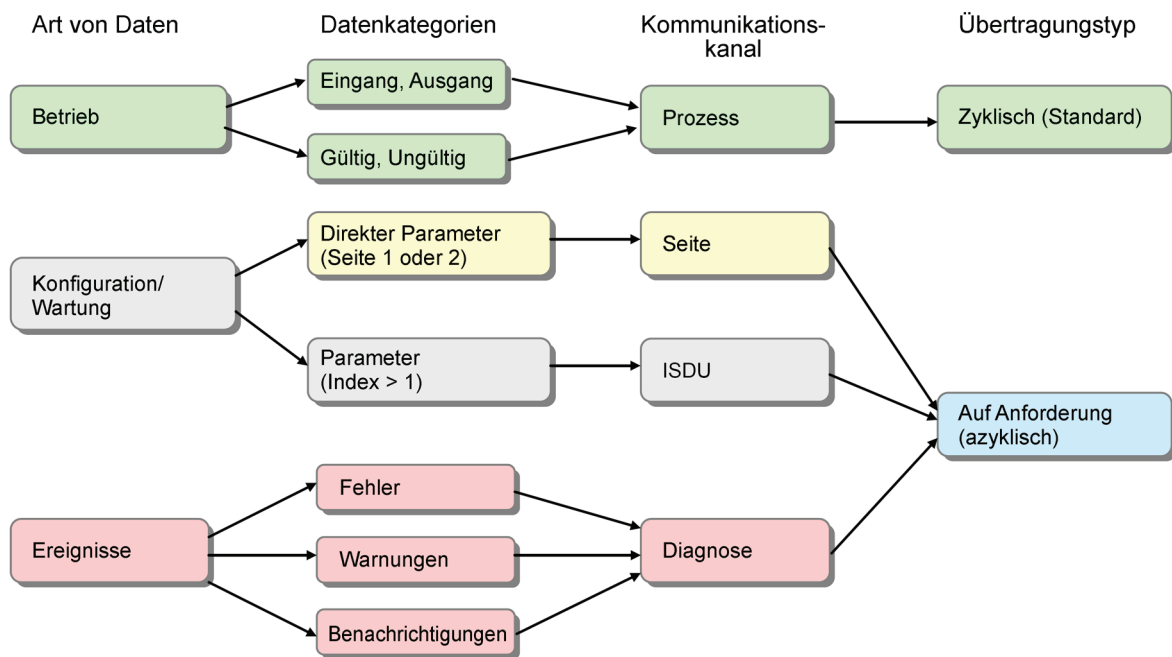


Bild 6 – Zusammenhang zwischen der Art von Daten und den Übertragungsarten

Das erste Oktett einer Master-Nachricht steuert die Richtung des Datentransfers (Read/Write) und den Typ des Kommunikationskanals.

Bild 7 zeigt, dass jeder Port eines Masters über seine eigene Sicherungsschicht verfügt, die mit einer gemeinsamen Anwendungsschicht des Masters verbunden ist. Innerhalb der Anwendungsschicht werden die Dienste der Sicherungsschicht in Aktionen an Prozessdatenobjekten (Eingang/Ausgang), an Bedarfsdatenobjekten (Auslesen/Schreiben) und an Ereignissen übersetzt. Zu den Master-Anwendungen gehören: Konfigurationsmanager (CM), Datenspeicherung (DS), Diagnose-Einheit (DU), Bedarfsdatenaustausch (ODE) und Prozessdatenaustausch (PDE).

Das Systemmanagement überprüft die Identifikation der angeschlossenen Geräte und passt Ports und Geräte derart an, dass sie der gewählten Konfiguration und den Eigenschaften der verbundenen Geräte

entsprechen. Es steuert die Zustandsautomaten in der Anwendungsschicht (AL) und in den Sicherungsschichten (DL), z. B. beim Start.

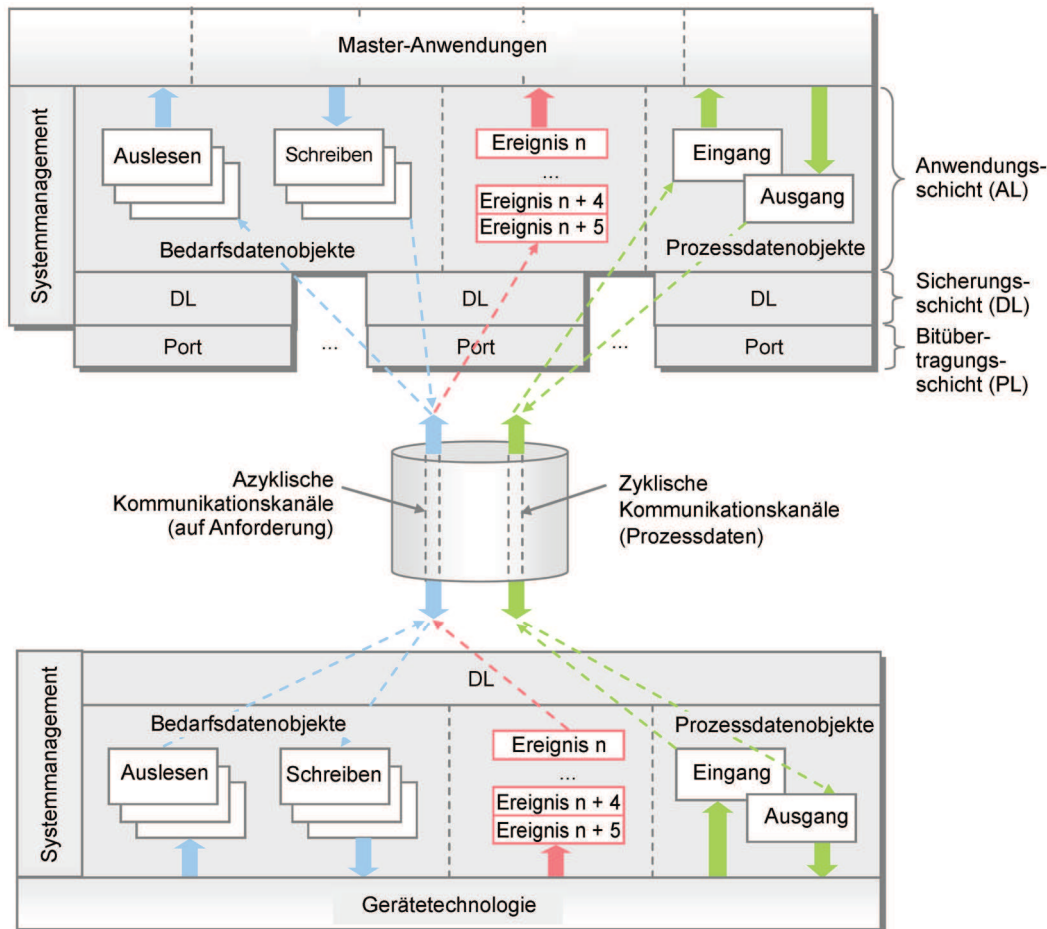


Bild 7 – Objektttransfer auf der Anwendungsschicht (AL)

4.5 Rolle eines Masters

Ein Master umfasst 1 bis n Ports sowie die dazugehörigen Sicherungsschichten. Während des Starts versetzt er die Ports in die vom Benutzer gewählten Portmodi, welche sein können: „INACTIVE“, „DI“, „DO“, „FIXEDMODE“ oder „SCANMODE“. Bei Anforderung einer Kommunikation verwendet der Master einen speziellen Wake-Up-Stromimpuls, um die Kommunikation mit dem Gerät zu initiieren. Anschließend passt der Master die Datenübertragungsrate automatisch auf „COM1“, „COM2“ oder „COM3“ (siehe Tabelle 8) an und überprüft die Identität, d. h. die Anbieter-ID, die Geräte-ID und die Kommunikationseigenschaften des verbundenen Gerätes.

Gibt es eine Nichtübereinstimmung zwischen den Geräteparametern und dem im Master gespeicherten Parametersatz, werden abhängig von der Konfiguration entweder die Parameter im Gerät überschrieben (siehe 11.3) oder die im Master gespeicherten Parameter aktualisiert.

Es ist auch möglich, ein Gerät im DI-Modus zu starten, dann zum Zweck der Konfiguration und Parametrisierung auf SDCI-Kommunikation umzuschalten und anschließend den Fallback-Befehl (siehe 11.8.5) zu verwenden, um für Normalbetrieb auf den DI-Modus zurückzuschalten.

Die Koordinierung der Ports ist auch Aufgabe des Masters, den der Benutzer durch Auswahl von Portzyklusmodi konfigurieren kann. Im Modus „FreeRunning“ legt jeder Port auf der Grundlage der Eigenschaften des angeschlossenen Gerätes seinen eigenen Zyklus fest. Im Modus „MessageSync“ werden Nach-

richten an die verbundenen Ports zur gleichen Zeit oder versetzt gesendet. Im Modus „FixedValue“ verwendet jeder Port eine vom Benutzer festgelegte feste Zykluszeit (siehe 11.2.2.2).

Der Master ist für die Zusammenstellung und Zerlegung aller von den Geräten oder an die Geräte gesendeten Daten verantwortlich (siehe Abschnitt 11).

Der Master stellt für die Sicherung von Gerätedaten einen Datenspeicherbereich von mindestens 2 048 Oktetten je Gerät bereit (siehe 11.3). Der Master kann diese Gerätedaten für den eigenen Betrieb mit allen anderen relevanten Daten kombinieren und diese Daten Anwendungen in höheren Schichten zum Zweck der Sicherung des Masters oder der Rezeptsteuerung (siehe 11.8.3) zur Verfügung stellen.

4.6 SDCI-Konfiguration

Engineering-Unterstützung erhält der Master üblicherweise von einem Port- und Gerätekonfigurationstool (PDCT). Das PDCT konfiguriert sowohl die Porteigenschaften als auch die Geräteeigenschaften (siehe Parameter in Bild 5). Es umfasst sowohl einen Interpreter der Gerätebeschreibung (IODD) als auch einen Konfigurator (siehe 11.7). Die IODD stellt alle notwendigen Eigenschaften für den Aufbau der Kommunikation sowie alle erforderlichen Parameter und deren Grenzen für die Herstellung der gewünschten Funktion eines Sensors oder Aktors bereit. Das PDCT unterstützt auch die Zusammenstellung der Prozessdaten für die Übertragung auf den Feldbus und umgekehrt.

4.7 Übertragung auf Feldbusse

Die Integration eines Masters in ein Feldbussystem, d. h. die Definition von Gateway-Funktionen für den Datenaustausch mit Feldbus-Einheiten höherer Schichten, liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

BEISPIEL Diese Funktionen schließen die Zuordnung des Prozessdatenaustausches, die Realisierung der programm-gesteuerten Parametrisierung oder eines entfernten Parameterservers oder die Übertragung von Diagnose-Informationen ein.

Die Integration eines PDCT in Engineering-Tools eines bestimmten Feldbusses liegt außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Norm.

4.8 Dokumentstruktur

Bild 8 zeigt die logische Struktur von Master und Gerät. Abschnitt 5 legt die Bitübertragungsschicht (PL) für SDCI, Abschnitt 6 die Einzelheiten des SIO-Modus fest. In Abschnitt 7 sind Dienste, Protokoll, Wake-Up, M-Sequenzen und Handler der Sicherungsschicht (DL) spezifiziert. Abschnitt 8 legt die Dienste und das Protokoll der Anwendungsschicht (AL) und Abschnitt 9 den Verantwortungsbereich des Systemmanagements (SM) fest.

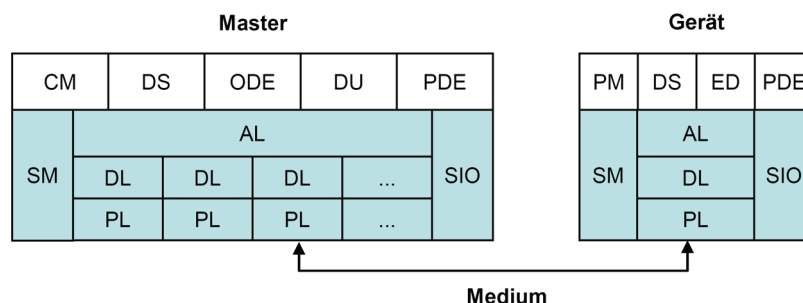


Bild 8 – Logische Struktur von Master und Gerät

Abschnitt 10 legt Geräteanwendungen und -funktionen fest. Dazu gehören: Prozessdatenaustausch (PDE), Parametermanagement (PM), Datenspeicherung (DS) und Ereignisverteiler (ED). Technologiespezifische

Anwendungen werden in dieser Norm nicht behandelt. Diese können in Profilen für bestimmte Gerätefamilien festgelegt werden.

Abschnitt 11 legt Master-Anwendungen und -Funktionen fest. Dazu gehören: Prozessdatenaustausch (PDE), Bedarfsdatenaustausch (ODE), Konfigurationsmanagement (CM), Datenspeicherung (DS) und Diagnose-Einheit (DU).

Diese Norm umfasst mehrere normative und informative Anhänge. Anhang A legt die verfügbaren M-Sequenztypen fest. Anhang B beschreibt die direkten Parameter sowie die festen Geräteparameter. Anhang C führt die Fehlertypen bei azyklischen Übertragungen auf und Anhang D gibt die Ereigniscodes (Diagnose-Informationen von Geräten) an. In Anhang E sind die verfügbaren grundlegenden und zusammengesetzten Datentypen festgelegt. Anhang F legt die Struktur von Datenspeicherobjekten fest. Anhang G befasst sich mit Anforderungen an Konformitätsprüfungen und Prüfungen auf elektromagnetische Verträglichkeit und Anhang H stellt Diagramme zu Restfehlerwahrscheinlichkeiten bereit, um den Grad an Datenintegrität bei SDCI darzustellen. Der informative Anhang I gibt ein Beispiel für den Ablauf azyklischer Datenübertragungen. Im informativen Anhang J werden zwei empfohlene Verfahren für die Erkennung von Parameteränderungen im Zusammenhang mit der Datenspeicherung erläutert.

5 Bitübertragungsschicht (PL)

5.1 Allgemeines

5.1.1 Grundlagen

Das Dreileiter-Anschlusssystem für SDCI beruht auf den Festlegungen in IEC 60947-5-2. Die drei Leitungen werden wie folgt verwendet: (L+) für die 24-V-Stromversorgung, (L-) für den Erdleiter und (C/Q) für das Schaltsignal (Q) oder die SDCI-Kommunikation (C), wie in Bild 9 gezeigt.

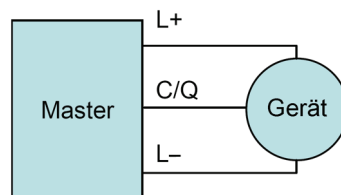


Bild 9 – Dreileiter-Anschlusssystem

ANMERKUNG Binäre Sensoren, die mit IEC 60947-5-2 konform sind, sind mit dem Dreileiter-Anschlusssystem für SDCI kompatibel (auch aus Sicht des Stromverbrauchs).

Die Unterstützung des Dreileiter-Anschlusssystems für SDCI ist für Master obligatorisch. Ports mit diesem Merkmal werden der Portklasse A zugeordnet.

Portklasse A verwendet einen Stecker mit vier Pins. Das vierte Kabel kann unter Einhaltung von IEC 61131-2 als zusätzliche Signalleitung verwendet werden. Seine Unterstützung durch Master und Geräte ist optional.

Anschlüsse mit fünf Kabeln (Portklasse B) werden für Geräte festgelegt, die zusätzlichen Strom von einer unabhängigen 24-V-Stromversorgung benötigen (siehe 5.5.1).

ANMERKUNG Ein Gerät der Portklasse A, das das vierte Kabel verwendet, ist nicht mit einem Master der Portklasse B kompatibel.

5.1.2 Topologie

Die Topologie des SDCI-Systems ist durch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen einem Master und den entsprechenden Geräten gekennzeichnet, wie in Bild 10 veranschaulicht. Der Master kann für die Verbindung von Geräten mehrere Ports umfassen. An jeden Port darf nur ein Gerät angeschlossen werden.

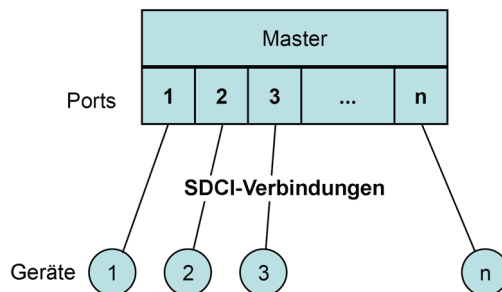


Bild 10 – Topologie von SDCI

5.2 Dienste der Bitübertragungsschicht

5.2.1 Überblick

Bild 11 gibt einen Überblick über die Bitübertragungsschicht des Masters und die dazugehörigen Dienstelemente.

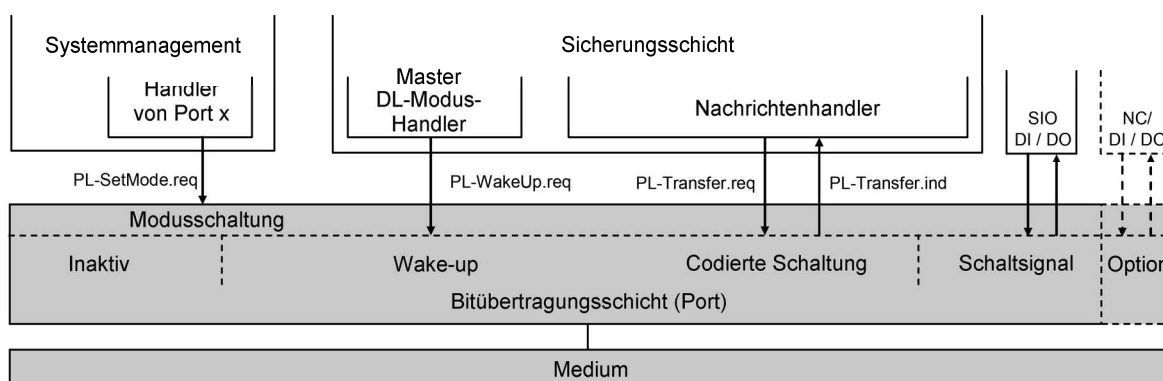


Bild 11 – Bitübertragungsschicht (Master)

Die Bitübertragungsschicht legt den Betrieb der C/Q-Leitung (siehe Bild 3) und den zugehörigen Leitungstreiber (Sender) und Empfänger eines bestimmten Ports fest. Der Master betreibt diese Leitung in drei Hauptmodi (siehe Bild 11): inaktiv, „Schaltsignal“ (DI/DO) oder „Codierte Schaltung“ (COMx). Der Dienst „PL_SetMode.req“ ist für die Schaltung in einen dieser drei Modi verantwortlich.

Ist der Port im inaktiven Modus, muss die C/Q-Leitung eine hohe Impedanz (potentialfrei) aufweisen. Im SIO-Modus kann der Port als standardmäßige Eingangs- oder Ausgangsschnittstelle entsprechend der Definitionen in IEC 61131-2 bzw. in Tabelle 6 verwendet werden. Die Kommunikationsschichten von SDCI werden wie in Bild 11 gezeigt umgangen; die Signale werden direkt innerhalb der Master-Anwendung verarbeitet. Im SDCI-Modus erzeugt der Dienst „PL_WakeUp.req“ ein besonderes Signalmuster (Stromimpuls), das von einem mit diesem Port verbundenen Gerät, für das SDCI aktiviert ist, erkannt werden kann (siehe 5.3.3.3).

Bild 12 gibt einen Überblick über die Bitübertragungsschicht des Gerätes und die dazugehörigen Dienstelemente.

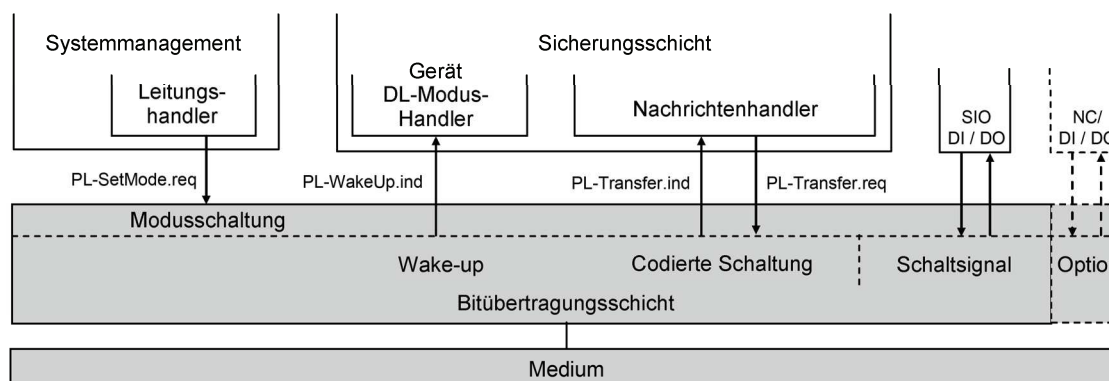


Bild 12 – Bitübertragungsschicht (Gerät)

Die Bitübertragungsschicht eines Gerätes folgt laut Bild 12 demselben Prinzip, mit der Ausnahme, dass es keinen inaktiven Zustand gibt. Standardmäßig muss das Gerät bei Einschaltung und erneutem Kabelanschluss im SIO-Modus, als digitaler Eingang, ausgeführt werden. Das Gerät muss jederzeit in der Lage sein, einen Wake-Up-Stromimpuls (eine Wake-Up-Anforderung) zu erkennen. Der Dienst „PL_WakeUp.ind“ meldet die erfolgreiche Erkennung der Wake-Up-Anforderung (üblicherweise ein Interrupt des Mikrocontrollers), die für die Schaltung des Gerätes in den SDCI-Modus erforderlich ist.

Ein spezieller Masterbefehl (Fallback), der über SDCI gesendet wird, veranlasst die Zurückschaltung des Gerätes in den SIO-Modus.

Nachfolgend sind die Dienste angegeben, die die Bitübertragungsschicht dem Systemmanagement und der Sicherungsschicht bereitstellt (für eine Gesamtübersicht über alle Dienste siehe Bild 83 und Bild 94). In Tabelle 1 sind die Zuordnungen von Master und Gerät zu deren Rollen als Initiator oder Empfänger für die einzelnen PL-Dienste aufgeführt.

Tabelle 1 – Dienstzuordnungen von Master und Gerät

Name des Dienstes	Master	Gerät
PL_SetMode	R	R
PL_WakeUp	R	I
PL_Transfer	I/R	R/I
Legende (siehe 3.3.4) I Initiator des Dienstes E Empfänger (Beantworter) des Dienstes		

5.2.2 PL-Dienste

5.2.2.1 PL_SetMode

Der Dienst „PL_SetMode“ wird zum Einrichten der elektrischen Merkmale und Konfigurationen der Bitübertragungsschicht verwendet. Die Parameter der Dienstelemente sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2 – PL_SetMode

Parametername	.req
Argument	M
TargetMode	M

Argument

Die dienstspezifischen Parameter der Dienstanforderung werden im Argument übertragen.

TargetMode

Dieser Parameter gibt den angeforderten Betriebsmodus an.

Zulässige Werte:

INACTIVE	(„C/Q“-Leitung mit hoher Impedanz)
DI	(„C/Q“-Leitung im digitalen Eingangsmodus)
DO	(„C/Q“-Leitung im digitalen Ausgangsmodus)
COM1	(„C/Q“-Leitung im Modus „COM1“)
COM2	(„C/Q“-Leitung im Modus „COM2“)
COM3	(„C/Q“-Leitung im Modus „COM3“)

5.2.2.2 PL_WakeUp

Der Dienst „PL_WakeUp“ initiiert oder gibt eine bestimmte Sequenz an, die die Bitübertragungsschicht darauf vorbereitet, Kommunikationsanforderungen zu senden und zu empfangen (siehe 5.3.3.3). Für diesen unbestätigten Dienst existieren keine Parameter. Sein Erfolg kann nur vom Master überprüft werden, indem er versucht, mit dem Gerät zu kommunizieren. Die Dienstelemente sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3 – PL_WakeUp

Parametername	.req	.ind
<keine>		

5.2.2.3 PL_Transfer

Der Dienst „PL_Transfer“ wird für den Austausch der SDCI-Daten zwischen Sicherungsschicht und Bitübertragungsschicht verwendet. Die Parameter der Dienstelemente sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 – PL_Transfer

Parametername	.req	ind.
Argument		
Data	M	M
Result (+)		S
Result (-)		S
Status		M

Argument

Die dienstspezifischen Parameter der Dienstanforderung werden im Argument übertragen.

Data

Dieser Parameter enthält den Datenwert, der über die SDCI-Schnittstelle übertragen wird.

Zulässige Werte: 0...255

Result (+):

Dieser Auswahlparameter zeigt an, dass die Dienstanforderung erfolgreich ausgeführt wurde.

Result (-):

Dieser Auswahlparameter zeigt an, dass die Dienstanforderung fehlgeschlagen ist.

Status

Dieser Parameter enthält ergänzende Informationen zum Übertragungsstatus.

Zulässige Werte:

PARITY_ERROR (UART hat einen Paritätsfehler erkannt)

FRAMING_ERROR (ungültiges UART-Stoppbit erkannt)

OVERRUN (Kollision von Oktetten innerhalb des UART)

5.3 Sender/Empfänger

5.3.1 Beschreibungsmethode

Die Bitübertragungsschicht wird mithilfe von elektrischen und zeitlichen Anforderungen festgelegt. Elektrische Anforderungen legen Signalpegel und Ströme in Form von Referenz-Schaltbildern jeweils für Master und Gerät fest. Zeitliche Anforderungen legen den Signalübertragungsprozess (speziell den Empfänger) und eine besondere Signalerkennungsfunktion fest.

5.3.2 Elektrische Anforderungen

5.3.2.1 Allgemeines

Der Leitungstreiber wird mithilfe des in Bild 13 dargestellten Referenz-Schaltbildes festgelegt. Auf Master-seite umfasst ein Sender eine Kombination aus zwei Leitungstreibern und einer Stromsenke. Geräteseitig nimmt der Sender im einfachsten Fall die Form eines P-Schalttreibers an. Optional kann ein zusätzlicher N-Schalttreiber oder ein nicht schaltender Treiber eingesetzt werden (dadurch wird auch die Möglichkeit des Betriebs von Gegentaktausgängen gegeben).

Im Betriebsstatus „AN“ bilden die Restspannung VRQ, der Standardtreiberstrom IQ und der Spitzenstrom IQPK die beschreibenden Variablen. Die Quelle wird durch das An/Aus-Signal gesteuert. Überlastströme werden am „Überlast“-Ausgang (OVD) angezeigt. Diese Funktion kann für die Stromimpulserkennung (Wake-Up) verwendet werden.

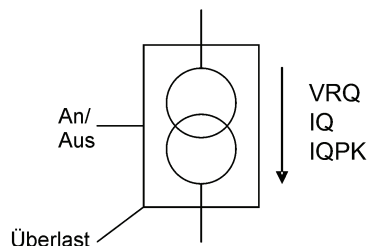


Bild 13 – Referenz-Schaltbild für den Leitungstreiber

Der Empfänger wird mithilfe des in Bild 14 dargestellten Referenz-Schaltbildes festgelegt. Er übernimmt die Funktion eines Komparators und wird durch seine Schaltschwellen VTH und eine Hysterese VHYS zwischen den Schaltschwellen festgelegt. Der Ausgang gibt den Logikpegel (High oder Low) am Empfängereingang an.

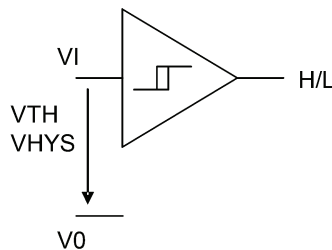
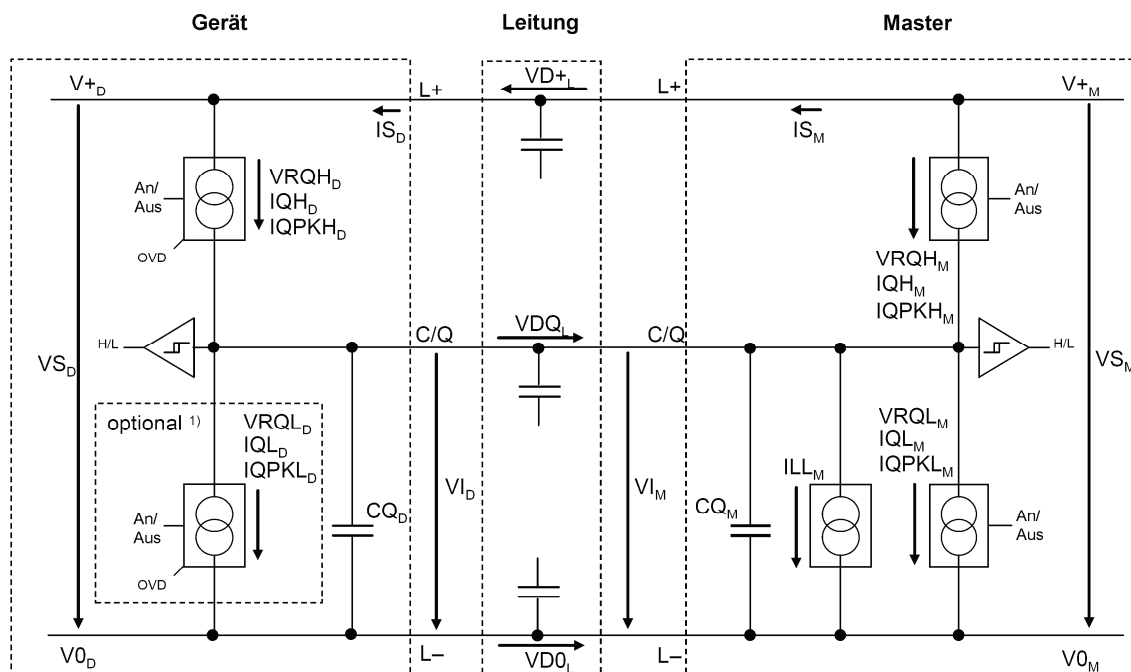


Bild 14 – Referenz-Schaltbild für den Empfänger

Bild 15 zeigt das Referenz-Schaltbild für die Schaltverbindung von Master und Gerät für das Dreileiter-Anschlussystem für SDCI.



1) Optional: Low-Side-Treiber (nur bei Gegentakt).

Bild 15 – Referenz-Schaltbild für das Dreileiter-Anschlussystem für SDCI

Die nachfolgenden Abbildungen und Parametertabellen beziehen sich auf die Festlegungen der Spannungspegel in Bild 16. Die Parameterindizes beziehen sich auf den Master (M), das Gerät (D) oder die Leitung (L). Die Spannungsabfälle auf der Leitung VD_{+L} , VDQ_L und $VD0_L$ sind in 5.5 durch die Kabelparameter implizit festgelegt.

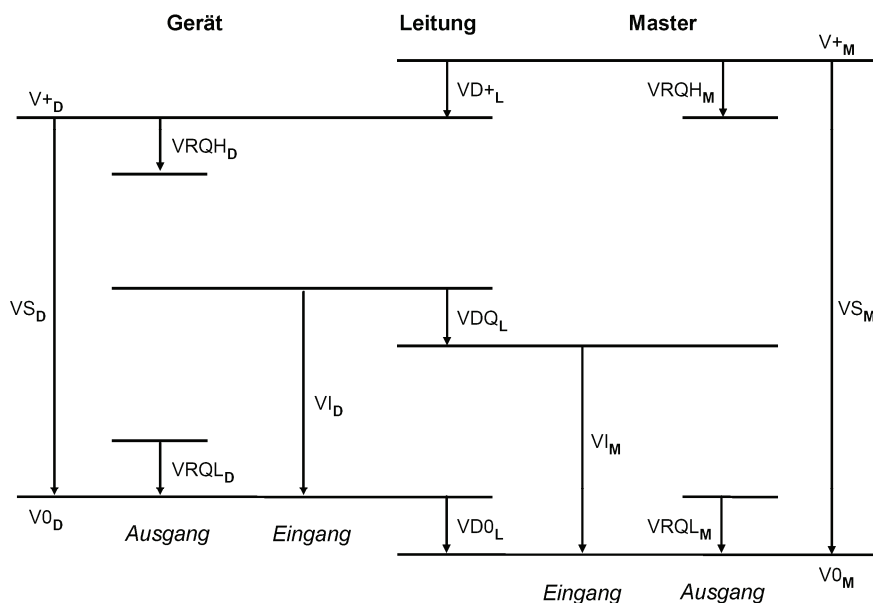


Bild 16 – Festlegungen der Spannungspegel