

	DIN EN 62026-3 (VDE 0660-2026-3)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.130.20 Einsprüche bis 2007-09-30 Entwurf Niederspannungsschaltgeräte – Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) – Teil 3: DeviceNet (IEC 17B/1507/CDV:2006); Deutsche Fassung prEN 62026-3:2006 Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet (IEC 17B/1507/CDV:2006); German version prEN 62026-3:2006 Appareillage à basse tension – Interfaces appareil de commande/appareil (CDI) – Partie 3: DeviceNet (CEI 17B/1507/CDV:2006); Version allemande prEN 62026-3:2006 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf 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 als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 232 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

– Entwurf –

E DIN EN 62026-3 (VDE 0660-2026-3):2007-08

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 62026-3:2006 „Niederspannungsschaltgeräte – Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) – Teil 3: DeviceNet“ (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 17B/1507/CDV:2006 „Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 3: DeviceNet“ unverändert in den Entwurf prEN 62026-3:2006 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 17B „Low-voltage switchgear and controlgear“ 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 diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 431 „Niederspannungsschaltgeräte und -kombinationen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://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 in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
EN 60947-1:2004 + Corr.:2004	IEC 60947-1:2004	DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2005-01	VDE 0660-100
EN 60947-5-2:1998 + A1:1999 + A2:2004 — —	IEC 60947-5-2:1997 + A1:1999 + A2:2003 — —	DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208):2004-11 DIN EN 60947-5-2 Berichtigung 1 (VDE 0660-208 Berichtigung 1):2005-05 DIN EN 60947-5-2 Berichtigung 2 (VDE 0660-208 Berichtigung 2):2006-02	VDE 0660-208 VDE 0660-208 Berichtigung 1 VDE 0660-208 Berichtigung 2
EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001	IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12	VDE 0847-4-2
EN 61000-4-3:2006	IEC 61000-4-3:2006	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-4:2004	IEC 61000-4-4:2004	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07	VDE 0847-4-4
EN 61000-4-5:2006	IEC 61000-4-5:2005	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06	VDE 0847-4-5
prEN 61000-4-6:2006 <i>Vorgänger</i> EN 61000-4-6:1996 + A1:2001	IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006 <i>Vorgänger</i> IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000	— DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12	— VDE 0847-4-6
EN 61131-3:2003	IEC 61131-3:2003	DIN EN 61131-3:2003-12	—
Normen der Reihe EN 61158	Normen der Reihe IEC 61158	Normen der Reihe DIN EN 61158 (engl. Fassungen)	—
—	IEC 61158-4-2 (in Vorbereitung)	—	—
—	IEC 61158-5-2 (in Vorbereitung)	—	—
—	IEC 61158-6-2 (in Vorbereitung)	—	—
Normen der Reihe EN 61508	Normen der Reihe IEC 61508	Normen der Reihe DIN EN 61508 (VDE 0803)	Normen der Reihe VDE 0803
EN 61784-1	IEC 61784-1	DIN EN 61784-1	—
—	IEC 61784-3-2 (in Vorbereitung)	—	—
—	IEC 61784-5-2 (in Vorbereitung)	—	—

– Entwurf –

E DIN EN 62026-3 (VDE 0660-2026-3):2007-08

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
– prEN 62026-1:2006	IEC 62026-1 <i>zurzeit:</i> IEC 17B/1505/CDV:2006	– E DIN EN 62026-1 (VDE 0660-2026-1):2007-08	– VDE 0660-2026-1
–	ISO/IEC 7498-1:1994	–	–
–	ISO 11898:1993 zurückgezogen	–	–
EN 55011:2007 EN 55011/A2:2007	CISPR 11:2003 (mod.) + A1:2004 (mod.) CISPR 11/A2:2006	<i>zurzeit:</i> E DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2006-07 –	VDE 0875-11 –
–	ASTM D4566-94 (Norm von ANSI, USA)	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000*

DIN EN 60947-1 (VDE 0660-100):2005-01, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 60947-1:2004); Deutsche Fassung EN 60947-1:2004 + Corrigendum:2004*

DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208):2004-11, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente – Näherungsschalter (IEC 60947-5-2:1997 + A1:1999 + A2:2003); Deutsche Fassung EN 60947-5-2:1998 + A1:1999 + A2:2004*

DIN EN 60947-5-2 Berichtigung 1 (VDE 0660-208 Berichtigung 1):2005-05, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente – Näherungsschalter (IEC 60947-5-2:1997 + A1:1999 + A2:2003); Deutsche Fassung EN 60947-5-2:1998 + A1:1999 + A2:2004; Berichtigungen zu DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208):2004-11*

DIN EN 60947-5-2 Berichtigung 2 (VDE 0660-208 Berichtigung 2):2006-02, *Niederspannungsschaltgeräte – Teil 5-2: Steuergeräte und Schaltelemente – Näherungsschalter (IEC 60947-5-2:1997 + A1:1999 + A2:2003); Deutsche Fassung EN 60947-5-2:1998 + A1:1999 + A2:2004, Berichtigungen zu DIN EN 60947-5-2 (VDE 0660-208):2004-11*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2006); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2006*

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2004); Deutsche Fassung EN 61000-4-4:2004*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2005); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:2006*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:1996 + A1:2001*

DIN EN 61131-3:2003-12, *Speicherprogrammierbare Steuerungen – Teil 3: Programmiersprachen (IEC 61131-3:2003); Deutsche Fassung EN 61131-3:2003*

DIN EN 61158 (Reihe), *Digitale Datenkommunikation in der Leittechnik – Feldbus für industrielle Leitsysteme (Reihe IEC 61158); Englische Fassungen EN 61158*

DIN EN 61508 (VDE 0803) (Reihe), *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Reihe IEC 615089); Deutsche Fassungen Reihe EN 61508*

DIN EN 61784-1, *Digitale Datenkommunikationen in der Leittechnik – Teil 1: Feldbus-Kommunikationsprofile für die prozess- und fertigungstechnische Automatisierung (IEC 61784-1); Deutsche Fassung EN 61784-1*

E DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2006-07, *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) – Funkstörungen – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 11:2003, modifiziert + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung prEN 55011:2006*

E DIN EN 62026-1 (VDE 0660-2026-1):2007-08, *Niederspannungsschaltgeräte – Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) – Teil 1: Allgemeine Festlegungen (IEC 17B/1505/CDV:2006); Deutsche Fassung prEN 62026-1:2006*

– **Entwurf** –

E DIN EN 62026-3 (VDE 0660-2026-3):2007-08

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Niederspannungsschaltgeräte – Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) – Teil 3: DeviceNet

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Kurzzeichen und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole und abgekürzte Begriffe	11
4 Einteilung	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 DeviceNet-Kommunikationsmodell.....	13
4.3 DeviceNet, CAN und CIP	13
5 Kennwerte.....	14
5.1 DeviceNet-Verbindungen	14
5.2 DeviceNet-Nachrichtentransfer-Protokoll	16
5.3 DeviceNet Kommunikationsobjekt-Klassen.....	44
5.4 Verbindungszugangs-Zustandsmaschine (en: link access state machine).....	46
5.5. Vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung.....	48
5.6 DeviceNet-Sicherheit (en: DeviceNet Safety TM).....	67
5.7 Physikalische Schicht (en: physical layer).....	67
6 Produktinformation.....	73
7 Übliche Betriebs-, Einbau- und Transportbedingungen	73
7.1 Übliche Betriebsbedingungen.....	73
7.2 Bedingungen während Transport und Lagerung.....	74
7.3 Montage.....	75
8 Anforderungen an den Bau und das Verhalten	75
8.1 Anzeigen und Konfigurationsschalter	75
8.2 DeviceNet Kabel.....	75
8.3 Abschlusswiderstände	85
8.4 Steckverbinder.....	85
8.5 Geräteabgriffe und Versorgungsabgriffe	93
8.6 Über die Verknüpfung versorgte Geräte	95
8.7 Fehlbelegungsschutz.....	95
8.8 Stromversorgungen	96
8.9 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	96
8.10 Zusätzliche Funktionssicherheitsanforderungen entsprechend der EMV.....	98
9 Prüfungen	98
9.1 Allgemeines	98
9.2 Elektrische und EMV-Prüfung	98
9.3 Logische Prüfung.....	106

	Seite
Literaturhinweise	109
Bild 1 – Übliches DeviceNet Steuerung-Geräte-Netzwerk	12
Bild 2 – Architektur des DeviceNet-Protokolls im Vergleich zum OSI-Referenzmodell.....	14
Bild 3 – Die Anwendung des CAN-Bezeichnerfeldes im DeviceNet.....	15
Bild 4 – Verwendung des CAN-Datenfeldes für eine eindeutige Nachricht.....	16
Bild 5 – Datenfeldformat für eindeutige Nachrichten	16
Bild 6 – Format des Nachrichtenvorsatzes einer eindeutigen Nachricht	17
Bild 7 – Format des Dienstfeldes	17
Bild 8 – Format einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung.....	19
Bild 9 – Format der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort	21
Bild 10 – Format der Schließen Verbindungsanforderung.....	22
Bild 11 – Format der Schließen Verbindungsantwort	22
Bild 12 – Format der nicht-fragmentierten eindeutigen Anforderungsnachricht	24
Bild 13 – Nachrichtenformat der nicht-fragmentierten erfolgreichen Antwortnachricht	24
Bild 14 – Fehlerantwortnachricht.....	25
Bild 15 – Datenfeld einer E/A-Nachricht	25
Bild 16 – Format des DeviceNet-Fragmentierungsprotokolls	26
Bild 17 – Format des E/A-Nachrichtenfragments.....	27
Bild 18 – Format des Fragments der eindeutigen Nachricht	27
Bild 19 – Format der Quittierungsnachricht	29
Bild 20 – Einrichtung des Offline-Besitzrechtes	31
Bild 21 – Multicast-Charakter des Offline-Besitzrechtes.....	32
Bild 22 – Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht	32
Bild 23 – Das Protokoll der Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht.....	33
Bild 24 – Multicast-Protokoll der Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht	34
Bild 25 – Punkt-zu-Punkt-Protokoll der Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht.....	35
Bild 26 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Multicast-Protokoll.....	36
Bild 27 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht.....	36
Bild 28 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll	37
Bild 29 – Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht	38
Bild 30 – WER-Rückmeldungsnachricht	39
Bild 31 – MAC-ID-Austausch Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht	39
Bild 32 – Geräte-Bereitschaftsmeldung	40
Bild 33 – Geräte-Abschaltnachricht	41
Bild 34 – CAN-Bezeichnerfeld der Überprüfung nach einer doppelt vergebenen MAC-ID	43
Bild 35 – Datenfeldformat der Überprüfungsnachricht nach einer doppelt vergebenen MAC-ID	43
Bild 36 – Ablauf des Verbindungszugangs-Zustandswechsels	46
Bild 37 – Inhalte des Zuordnungs-Auswahlbytes.....	51
Bild 38 – Allocate_master/slave_connection_set-Anforderungsnachricht	51
Bild 39 – Erfolgreiche Antwort auf die ALLOCATE_MASTER/SLAVE_CONNECTION_SET Anforderung	52
Bild 40 – Parent-Logik der eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung	55
Bild 41 – Inhalte des Freigabe-Auswahl-Bytes	56
Bild 42 – Release_master/slave_connection_set-Anforderungsnachricht	56
Bild 43 – Erfolgreiche Antwort auf die Release_master/slave_connection_set-Anforderung	57
Bild 44 – Ablauf des Zustandswechsels der vordefinierten Master/Slave-E/A-Verbindung	59
Bild 45 – Ablauf des Zustandswechsels der vordefinierten eindeutigen Master/Slave Nachrichtentransfer-Verbindung	61

	Seite
Bild 46 – Blockschaltbild der physikalischen Schicht	68
Bild 47 – Gerät mit einer nicht galvanisch getrennten physikalischen Schicht.....	70
Bild 48 – Gerät mit einer galvanisch getrennten physikalischen Schicht	71
Bild 49 – Topologie des DeviceNet-Mediums.....	72
Bild 50 – Dickes Kabel: physikalischer Aufbau.....	79
Bild 51 – Dickes Kabel: verfügbarer Strom am DeviceNet Versorgungs-Bus	79
Bild 52 – Dünnes Kabel: physikalischer Aufbau	81
Bild 53 – Dünnes Kabel: verfügbarer Strom am DeviceNet-Versorgungs-Bus	82
Bild 54 – Flachkabel: physikalischer Aufbau	84
Bild 55 – Flachkabel: verfügbarer Strom am DeviceNet-Versorgungs-Bus	85
Bild 56 – Belegung des offenen Steckverbinders	88
Bild 57 – Gestaltung des offenen Steckverbinders.....	88
Bild 58 – Belegung des Mini-Steckverbinders	90
Bild 59 – Belegung des Micro-Steckverbinders.....	91
Bild 60 – Aufbau des Stammkabel-Flachsteckverbinders	92
Bild 61 – Aufbau des Stammkabel-Flachsteckverbinders (Fortsetzung).....	93
Bild 62 – Prüfschaltung für die Anstiegszeit der Stromversorgung	98
Bild 63 – Stromverbrauchs-Prüfschaltung	99
Bild 64 – Einschalt-Prüfschaltung	100
Bild 65 – Prüfschaltung für das Vertauschen von V+ und V–, und V– Unterbrechung	100
Bild 66 – Prüfschaltung der Differentialeingangsimpedanz.....	101
Bild 67 – Sendepiegel-Prüfaufbau	102
Bild 68 – Sendepiegel.....	102
Bild 69 – Prüfaufbau der Zeitsteuerung	103
Bild 70 – Zeitsteuerung	103
Bild 71 – CDI-Prüfanordnung.....	104
Bild 72 – Prüfschaltung für die logischen Prüfungen.....	106
 Tabelle 1 – Formatwerte des Nachrichtenrumpfes.....	 19
Tabelle 2 – Kennwerte der Gruppenauswahl	20
Tabelle 3 – Quellen-Nachrichten-ID in der Öffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungs- Anforderung	20
Tabelle 4 – Ziel-Nachrichten-ID der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer- Verbindungsanforderung	21
Tabelle 5 – UCMM Fehlerzustände/Fehlercodes	23
Tabelle 6 – Bitwerte der Fragmenttypen.....	26
Tabelle 7 – Rückmeldungsstatus-Bitwerte	29
Tabelle 8 – Offline-Verbindungseinrichtung.....	30
Tabelle 9 – Auf Adressenauswertung basierende Maske	34
Tabelle 10 – Abschaltcode-Bereiche der Geräte-Abschaltnachricht	42
Tabelle 11 – Abschaltcodes der Geräte-Abschaltnachricht „Offen“	42
Tabelle 12 – Verbindungszugangs-Ereignis-Zustandsmatrix	47
Tabelle 13 – Bezeichnerfelder der Vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung	49
Tabelle 14 – Datenfeldparameter der ALLOCATE_MASTER/SLAVE_CONNECTION_SET Diensteanforderung	51
Tabelle 15 – Kenngrößen der Allocate_master/slave_connection_set-Antwort.....	52
Tabelle 16 – Dienst-Datenfeldparameter der Release_master/slave_connection_set-Anforderung	56
Tabelle 17 – DeviceNet objektspezifische zusätzliche Fehlercodes	58

	Seite
Tabelle 18 – Verbindungsinstanz-ID's für vordefinierten Master/Slave-Verbindungen	59
Tabelle 19 – Ereignis-Zustandsmatrix der vordefinierten Master/Slave-E/A-Verbindung	60
Tabelle 20 – Ereignis-Zustandsmatrix der vordefinierten eindeutigen Master/Slave-Nachrichtentransfer-Verbindung	62
Tabelle 21 – Vordefinierter Master/Slave-E/A-Verbindungsobjekt Attribut-Zugriff	63
Tabelle 22 – Allgemeine Kennwerte der physikalischen Schicht.....	67
Tabelle 23 – Kennwerte des Senders	69
Tabelle 24 – Kennwerte des Empfängers	69
Tabelle 25 – Belastungsgrenzen	73
Tabelle 26 – Kabelprofil: Festlegung für das Datenpaar	75
Tabelle 27 – Kabelprofil: Festlegung für das Gleichstrompaar	76
Tabelle 28 – Kabelprofil: allgemeine Festlegung	76
Tabelle 29 – Kabelprofil: Topologie	76
Tabelle 30 – Dickes Kabel: Festlegungen für das Datenpaar	77
Tabelle 31 – Dickes Kabel: Festlegung für das Gleichstrompaar.....	77
Tabelle 32 – Dickes Kabel: allgemeine Festlegung	78
Tabelle 33 – Dickes Kabel: Topologie	78
Tabelle 34 – Dickes Kabel: Der von der Netzwerklänge abhängige maximal verfügbare Strom (A)	79
Tabelle 35 – Dünnes Kabel: Festlegungen für das Datenpaar	80
Tabelle 36 – Dünnes Kabel: Festlegung für das Gleichstrompaar	80
Tabelle 37 – Dünnes Kabel: allgemeine Festlegung	81
Tabelle 38 – Dünnes Kabel: Topologie	81
Tabelle 39 – Dünnes Kabel: Der von der Netzwerklänge abhängige maximal verfügbare Strom (A).....	82
Tabelle 40 – Flachkabel: Festlegungen für das Datenpaar	83
Tabelle 41 – Flachkabel: Festlegung für das Gleichstrompaar	83
Tabelle 42 – Flachkabel: allgemeine Festlegung.....	83
Tabelle 43 – Flachkabel: Topologie	84
Tabelle 44 – Flachkabel: Der von der Netzwerklänge abhängige maximal verfügbare Strom (A)	85
Tabelle 45 – Steckverbinderprofilvorlage.....	86
Tabelle 46 – Offener Steckverbinder	87
Tabelle 47 – Hermetisch abgeschlossenen Mini-Steckverbinder.....	89
Tabelle 48 – Hermetisch abgeschlossenen Micro-Steckverbinder.....	90
Tabelle 49 – Stammkabel-Flachsteckverbinder.....	91
Tabelle 50 – Festlegungen des inneren Leitungsdurchlaufes	94
Tabelle 51 – Festlegungen der inneren Zuführungsleitungen	94
Tabelle 52 – Festlegungen des inneren Leitungsdurchlaufes	94
Tabelle 53 – Festlegungen der inneren Zuführungsversorgungsleitungen	95
Tabelle 54 – Festlegungen des Spannungsreglers	95
Tabelle 55 – Festlegungen der DeviceNet Stromversorgung	96
Tabelle 56 – Störfestigkeits-Annahmekriterien	97

Einleitung

DeviceNetTM¹⁾ ist für den Einsatz in Automatisierungsanwendungen in der Industrie vorgesehen, ist aber nicht darauf beschränkt. Diese Anwendungen können Geräte enthalten, wie Grenzwertschalter, Annäherungssensoren, elektro-pneumatische Ventile, Relais, Motoranlasser, Bedienerpulte, analoge Eingänge, analoge Ausgänge und Steuerungen enthalten.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62026 legt ein Schnittstellensystem zwischen einer oder mehreren Steuerungen und Steuergeräten oder Schaltelementen fest. Das Schnittstellensystem verwendet zwei abgeschirmte verdrehte Leitungspaare (STP) in einem Kabel – eines dieser Paare liefert ein Kommunikationsmedium mit Differenzsignalen und das andere Paar versorgt die Geräte mit Strom. Dieser Teil legt die Anforderungen für die Austauschbarkeit von Baugruppen in derartigen Netzwerken fest.

Dieser Teil von IEC 62026 legt die folgenden spezifischen DeviceNet-Anforderungen fest:

- Anforderungen an Schnittstellen zwischen Steuerungen und Schaltelementen;
- bestimmungsgemäße Betriebsbedingungen für die Geräte;
- Anforderungen an Aufbau und Betriebsverhalten;
- Prüfungen, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen nachzuweisen.

Diese spezifischen Anforderungen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen von IEC 62026-1.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60947-1:2004, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-5-2:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – proximity switches*
Amendment 1 (1999)
Amendment 2 (2003)

IEC 61000-4-2: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*
Amendment 1 (1998)
Amendment 2 (2000)

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated radio-frequency electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

¹⁾ DeviceNetTM ist ein Markenname der „Open DeviceNet Vendor Association, Inc“. Diese Information wird als Hinweis für die Anwender dieser Internationalen Norm angegeben und soll keine Empfehlung für den Inhaber des Markennamens oder seiner Produkte durch das IEC darstellen. Die Übereinstimmung mit dieser Norm verlangt nicht die Verwendung des Markennamens DeviceNetTM. Die Verwendung des Markennamens DeviceNetTM erfordert die Genehmigung der „Open DeviceNet Vendor Association, Inc“.

prEN 62026-3:2006

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
Amendment 1 (2004)
Amendment 2 (2006)

IEC 61158 (all parts), *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems*

IEC 61158-4-2:²⁾, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 4-2: Data link protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61158-5-2:²⁾, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 5-2: Application layer service definition – Type 2 elements*

IEC 61158-6-2:²⁾, *Digital data communications for measurement and control – Fieldbus for use in industrial control systems – Part 6-2: Application layer protocol specification – Type 2 elements*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61784-3-2:²⁾, *Digital data communications for measurement and control – Profiles for functional safety communications in industrial networks – Part 3-2: Additional service and protocol specifications for CPF 2*

IEC 62026-1:2007³⁾, *Low-voltage switchgear and controlgear – Controller-device interfaces (CDIs) – Part 1: General rules*

ISO/IEC 7498-1:1994, *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The Basic Model*

ISO 11898:1993, *Road vehicles – Interchange of digital information – Controller area network (CAN) for high-speed communication*

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
Amendment 1 (2004)
Amendment 2 (2006)

3 Begriffe, Kurzzeichen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC 62026 gelten, zusätzlich zu den in IEC 62026-1 angegebenen Begriffen, die folgenden Begriffe und Abkürzungen.

3.1.1

Fragmentquittierung

an einer eindeutigen Nachricht (en: explicit message) ausgeführte Fragmentierung, wobei der Übertragung des Fragments durch das sendende Objekt die Übertragung einer Quittierung durch das empfangene Objekt folgt

ANMERKUNG Der Empfang jedes Fragments wird durch die empfangene Einheit quittiert.

² Zu veröffentlichen

3.1.2

positive Rückmeldung (en: ack status)

Feld innerhalb des Formats einer Quittierungs-/Antwortnachricht, das anzeigt, ob ein Fehler beim Empfänger des Nachrichtenfragments aufgetreten ist, oder nicht

ANMERKUNG Dies gilt speziell für das DeviceNet-Fragmentierungsprotokoll

3.1.3

Anwendungsobjekte

Gruppe von Objektklassen und deren Objektinstanzen, die innerhalb des Knotens verfügbar sind

ANMERKUNG Diese Objekte verwalten und gewährleisten den Daten- und Nachrichtenaustausch über die DeviceNet Steuerung-Geräte-Netzwerke (CDIs) und innerhalb des DeviceNet konformen Knotens

3.1.4

Attribut

Bezeichnung einer extern abrufbaren Objektkenngroße oder eines Objektleistungsmerkmals

ANMERKUNG Attribute stellen üblicherweise Statusinformationen bereit oder beeinflussen Funktionen eines Objekts.

3.1.5

Bitweise Abtastung (en: bit-strob)

Kommunikation mittels Strobing

3.1.6

Rundsendung (en: broadcast)

Datenübertragung von einem an alle anderen Knoten

3.1.7

CAN (en: Controller Area Network)

ISO-Spezifikation, die eine übergeordnete physikalische Schicht und ein Zugriffsverfahren für Datenanschlussmedien auf der Grundlage verlustfreier bitweiser Arbitrierung festlegt, siehe ISO 11898

3.1.8

CAN_H

positiver Pegel des physikalischen CAN-Differenzsignals

3.1.9

CAN_L

negativer Pegel des physikalischen CAN-Differenzsignals

3.1.10

Client

(1) Objekt, das den Dienst eines anderen Objekts (Server) in Anspruch nimmt, um einen Auftrag auszuführen, siehe Server (3.1.43)

(2) Initiator einer Nachricht, auf die ein Server reagiert

3.1.11

gemeinsamer Dienst

der CIP-Dienst wird von DeviceNet-Objekten angewendet (siehe IEC 61158-5-2, 6.2.1.3, und IEC 61158-6-2, 4.1.8)

3.1.12

Kommunikationsobjekte (en: communication objects)

Objekte, die die Laufzeit des Datenaustausches über DeviceNet verwalten und gewährleisten

3.1.13

Verbindung

logische Verknüpfung zwischen zwei oder mehreren Anwendungsobjekten

prEN 62026-3:2006

ANMERKUNG Diese Anwendungsobjekte können in demselben Knoten oder in unterschiedlichen Knoten angeordnet sein.

3.1.14

Verbindungs-ID (en: connection ID) CID

Verbindungsbezeichner (en: connection identifier), der allen Übertragungen zugewiesen wird, die zu einer bestimmten Verbindung zwischen mehreren Knoten gehören.

3.1.15

Verbindungsobjekt (en: connection object)

verwaltet die kommunikationsspezifischen Aspekte, die zu den Verbindungen zwischen den Knoten gehören

3.1.16

Abnehmer (en: consumer)

Endpunkt einer Verbindung, der für den Empfang der Daten verantwortlich ist

3.1.17

Ziel-MAC-ID (en: destination MAC ID)

MAC-Adresse eines Knoten, der eine Nachricht empfangen soll

3.1.18

Geräteabgriff (en: device tap)

physikalischer Anschlusspunkt eines DeviceNet-Geräts an ein Fernbus-Stammkabel oder eine Stichleitung

3.1.19

Gerätetyp

Identifizierung aus einem Bestand geräteabhängiger Angaben, die eine realisierbare Kombination von Optionen darstellt, welche für alle Schichten des Kommunikationsspeichers (en: communication stack) ausgewählt wurden

3.1.20

dominant (en: dominant)

einer von zwei entgegengesetzten logischen Pegeln auf dem physikalischen Signal

ANMERKUNG Der dominante Pegel ist eine logische „0“.

3.1.21

Erkennung einer doppelten MAC-ID

festgelegtes DeviceNet-Protokoll, das verhindert, dass zwei Knoten an derselben Verknüpfung die gleiche MAC-ID zugewiesen wird

3.1.22

eindeutiger Nachrichtentransfer (en: explicit messaging)

jede eindeutige Nachricht gibt einen Befehl zum Ausführen eines bestimmten Auftrages und zur Rückmeldung des Ergebnisses der Auftragsausführung an den Anfordernden

3.1.23

Fragmentierung

ein über das Verbindungsobjekt bereitgestelltes DeviceNet-Protokoll, das ein Verfahren festlegt, bei dem Daten mit mehr als acht (8) Byte Länge übertragen werden können

3.1.24

Gruppe-2-Client (en: group 2 client)

ein für „Manager für unverbundene Nachrichten“ (UCMM)-fähiges Gerät, das die Besitzrechte über die vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung (en: predefined master/slave connection set) im Server erhalten hat, so dass es wie ein Client an diesen Verbindungen handeln kann

3.1.25

ausschließlich-Gruppe-2-Client (en: group 2 only client)

Gerät, das für einen ausschließlich-Gruppe-2-Server als Gruppe-2-Client handelt

ANMERKUNG Der ausschließlich-Gruppe-2-Client unterstützt die UCMM-Funktionalität für ausschließlich-Gruppe-2-Server, die er zugeordnet hat.

3.1.26

Gruppe-2-Server

ein für „Manager für unverbundene Nachrichten“ (UCMM)-fähiges Gerät, das konfiguriert wurde, um als der Server für die Verbindungen der vordefinierter Master/Slave Erkennung zu handeln

3.1.27

ausschließlich-Gruppe-2-Server

ein Slavegerät, das nicht UCMM-fähig ist und das die vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung benutzt, um Verbindungen aufzubauen

ANMERKUNG Ein ausschließlich-Gruppe-2-Gerät kann nur diese von der vordefinierten Master/Slave-Verbindungseinrichtung festgelegten Identifizierungszeichen (en: identifiers) senden und empfangen.

3.1.28

E/A-Verbindung (en: I/O connection)

Verbindung zwischen einem Erzeuger (en: producer) und einem oder mehreren Abnehmern für den Austausch von anwendungsspezifischen, zeitkritischen E/A-Daten

3.1.29

E/A-Daten

Information, die zwischen E/A-Punkten und den Steuerungen, welche die Werte auswerten und festlegen, übertragen werden

3.1.30

E/A-Nachrichtentransfer (en: I/O messaging)

Datenaustausch in einem vorher festgelegten Format

3.1.31

galvanisch getrenntes Gerät (en: isolated device)

ein Gerät, in dem einige seiner Baugruppen keinen elektrischen Bezug auf das V– aus der physikalischen Schicht haben, siehe nicht galvanisch getrenntes Gerät (3.1.36)

3.1.32

Master

Knoten, der unter Anwendung der vordefinierten Master/Slave-Verbindungseinrichtung Ein-Ausgaben sammelt und verteilt

3.1.33

Erkennungszeichen für Medienspezifisches Zugriffsverfahren (en: Medium Access Control ID) MAC-ID

Verknüpfungs-Adresse eines DeviceNet-Knotens

3.1.34

Gruppenrufverbindung (en: multicast connection)

logische Verbindung von einem Objekt zu mehreren anderen Objekten

ANMERKUNG Eine Gruppenruf-Verbindung erlaubt Daten in einer einzigen Transaktion von einem Erzeuger an mehrere Abnehmer zu übertragen, die die gleiche Verbindung gemeinsam nutzen.

3.1.35

Knoten (en: node)

DeviceNet-Einheit, die auf der Datenanschlussebene durch eine eindeutige MAC-ID gekennzeichnet ist

ANMERKUNG Es können mehrere DeviceNet-Knoten in einem Gerät enthalten sein, sie erscheinen aber als logisch eigenständige Knoten in der DeviceNet-Verknüpfung.

3.1.36

nicht galvanisch getrenntes Gerät

ein Gerät, in dem alle Baugruppen elektrischen Bezug auf das V– aus der physikalischen Schicht haben, siehe galvanisch getrenntes Gerät (3.1.31)

3.1.37

Objekt

1) allgemeine Darstellungsweise der Fähigkeiten eines Geräts

ANMERKUNG Objekte können sich aus einigen oder aus allen der folgenden Bestandteile zusammensetzen:

- a) Daten (Informationen, die sich im Laufe der Zeit ändern);
 - b) Konfiguration (Verhaltensparameter);
 - c) Verfahren (Transaktionen, die unter Anwendung der Daten und der Konfiguration durchgeführt werden können).
- 2) Bestand von zugeordneten Daten (in Form von Systemgrößen) und den Verfahren für die Anwendung mit diesen Daten

3.1.38

Punkt-zu-Punkt-Verbindung (en: point-to-point connection)

eine Verbindung, die nur zwischen zwei Objekten besteht

ANMERKUNG Eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen sind immer Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. E/A-Verbindungen können entweder eine Punkt-zu-Punkt- oder Gruppenrufverbindung sein, siehe Gruppenrufverbindungen (3.1.34)

3.1.39

vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung (en: predefined master/slave connection set)

Verwendung einer eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung, um Verbindungsobjekte innerhalb jeden Verbindungsendpunktes anzulegen und zu konfigurieren

ANMERKUNG Für die genaue Bestimmung einer Einrichtung von Verbindungen, die die Kommunikationen ermöglichen, wie sie unter einem Master/Slave Verhältnis üblicherweise verstanden werden, werden die allgemeinen Regeln als Grundlage verwendet.

3.1.40

Erzeuger (en: producer)

Endpunkt einer Verbindung, der für das Senden der Daten zuständig ist

3.1.41

rezessiv (en: recessive)

einer von zwei entgegengesetzten logischen Pegeln auf dem physikalischen Signal

ANMERKUNG Der rezessive Pegel ist eine logische „1“.

3.1.42

Seriennummer

von allen Herstellern für jedes DeviceNet-Gerät zugewiesene eindeutige 32-bit-Zahl

ANMERKUNG Die Nummer ist als ein Kennzeichen der nur einmal vorkommenden Identität des Objekts innerhalb des Geräts angebracht und ist in Bezug auf den Hersteller eindeutig.

3.1.43

Server

Objekt, das Dienste für ein anderes Objekt (Client) anbietet, siehe Client (3.1.10)

3.1.44

Dienst (en: service)

Vorgang oder Funktion, die ein Objekt auf Anforderung eines anderen Objekts durchführt

3.1.45

Slave

Knoten, der unter Anwendung der vordefinierten Master/Slave-Verbindungseinrichtung und eines durch den Master festgelegten Kommunikationsverfahrens, Daten an seinen Master zurückschickt

3.1.46

Quellen-MAC-ID (en: source MAC ID)

MAC-ID eines Knoten, der eine Nachricht sendet

3.1.47

Trigger

Dienst, der durch eine Anwendung genutzt wird, um die Erzeugung von Daten zu veranlassen

3.1.48

UCMM-fähiges Gerät

ein Gerät, das UCMM unterstützt (siehe 3.1.51)

3.1.49

nicht UCMM-fähiges Gerät

ein Gerät, das UCMM nicht unterstützt (siehe 3.1.51)

3.1.50

unverbundene eindeutige Nachricht (en: unconnected explicit message)

eindeutige Nachricht zwischen Knoten, die noch keine Verbindung miteinander hergestellt haben

3.1.51

Manager für unverbundene Nachrichten (en: Unconnected Message Manger) UCMM

Funktion innerhalb eines Knoten, die unverbundene eindeutige Nachrichten empfängt und verarbeitet

3.1.52

Datentyp – vorzeichenlose kurze ganze Zahl (en: Unsigned Short Integer) USINT

8-bit-Zahl

3.1.53

Datentyp – vorzeichenlose ganze Zahl (en: Unsigned Integer) UINT

16-bit-Zahl

3.2 Symbole und abgekürzte Begriffe

CAN	Controller Area Network Steuerung-Netzwerkbereich
CDI	Controller-device interface Steuerung-Geräte-Netzwerk
CID	Connection identifier Verbindungserkennung
CIP™	Common Industrial Protocol Gemeinsames Industrie-Protokoll
CRC	Cyclic Redundancy Check Zyklische Redundanzprüfung
DCR	d.c. resistance Gleichstromwiderstand
EUT	Equipment under test Prüfling
MAC-ID	Medium Access Layer Control Identifier Erkennungszeichen für Medienspezifisches Zugriffsverfahren
UCMM	Unconnected Message Manger Manager für unverbundene Nachrichten

4 Einteilung

4.1 Allgemeines

DeviceNet liefert Schnittstellen für Steuergeräte, um Schaltgeräte oder Schaltelemente anzusteuern. DeviceNet verwendet zwei abgeschirmte verdrehte Leitungspaare (STP) in einem Kabel – eines dieser Paare liefert ein Kommunikationsmedium mit Differenzsignalen und das andere Paar versorgt die Geräte mit Strom. Der maximale Strom, der unterstützt wird ist 8 A bei 24 V Gleichspannung. Die Daten werden mit Bitraten von 125 kbits/s, 250 kbits/s oder 500 kbits/s bei einer maximalen Kabellänge von jeweils 500 m, 250 m und 100 m übertragen. Ohne fragmentiert zu werden, können maximal 8 Bytes übertragen werden. Höchstens 64 Knoten dürfen mittels linearer Bus-Topologie über eine Stammleitung (en: trunk line) und den Stichleitungen (en: drop lines) verbunden werden (siehe Bild 1). DeviceNet unterstützt die Übertragung von E/A-Daten, Diagnosedaten, Nachrichten und Programm/Konfigurationsdateien. Der Datenaustausch kann ereignis-gesteuert (en: change of state), zyklisch, über Sendeaufruf (en: polling) oder Gruppenruf (en: multicast) erfolgen.

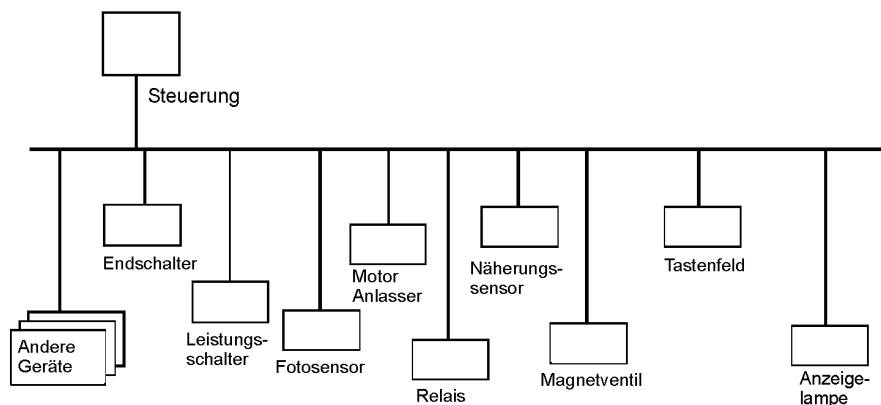


Bild 1 – Übliches DeviceNet Steuerung-Geräte-Netzwerk

Dieser Teil von IEC 62026 legt eine verbindungsbezogene Struktur fest, um alle Anwendungskommunikationen zu ermöglichen. Eine DeviceNet-Verbindung unterstützt einen Kommunikationspfad zwischen mehreren Endpunkten. Die Endpunkte einer Verbindung sind Anwendungen, die zum Verteilen der Daten gebraucht werden. Die Übertragungen, die zu einer bestimmten Verbindung gehören, bekommen einen Identifikationswert zugewiesen, wenn die Verbindung hergestellt ist. Dieser Identifikationswert wird als Verbindungs-ID bezeichnet (CID).

Verbindungsobjekte bilden die Kommunikationskennwerte einer bestimmten Verknüpfung von Anwendung zu Anwendung(en) ab.

Die verbindungsbezogene Struktur von DeviceNet legt ein dynamisches System fest, bei dem die folgenden zwei Arten von Verbindungen hergestellt werden können:

- **E/A-Verbindungen:** Stellen einen dedizierten Kommunikationspfad für spezielle Zwecke bereit, zwischen einer Anwendung, die Daten erzeugt und einer oder mehreren verarbeitenden Anwendungen. Über diesen Pfad werden anwendungsspezifische E/A-Daten übertragen.

Über E/A-Verbindungen werden E/A-Nachrichten ausgetauscht. Eine E/A-Nachricht besteht aus einer Verbindungserkennung (CID) und zugeordneten E/A-Daten. Die Verbindungsendpunkte müssen Kenntnis über die vorgesehene Verwendung oder Bedeutung der E/A-Nachricht haben.

Dieser Teil von IEC 62026 legt nicht jede einzelne Einsatzmöglichkeit für den E/A-Nachrichtentransfer fest. Hier gibt es eine große Vielfalt von Funktionen, die mittels E/A-Nachrichtentransfer ausgeführt werden können. Die Bedeutung und/oder die vorgesehene Verwendung von allen E/A-Nachrichten muss dem System entweder durch die besondere Art der Übertragung einer E/A-Nachricht, oder entsprechend der durchgeführten Konfiguration durch Verwenden einer eindeutigen Nachricht bekannt gegeben werden.

- **Eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen:** Stellen einen allgemeinen, vielseitigen Kommunikationspfad zwischen zwei Geräten bereit. Eindeutige Nachrichten unterstützen die üblichen anforderungs-/antwortorientierten Kommunikationen.

Über eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen werden eindeutige Nachrichten ausgetauscht. Eindeutige Nachrichten werden angewendet, um die Durchführung eines bestimmten Auftrages auszulösen oder die Ergebnisse über Ausführung des Auftrages zurückzumelden.

DeviceNet legt ein eindeutiges Nachrichtentransfer-Protokoll fest, das die Bedeutung der Nachricht angibt. Eine eindeutige Nachricht besteht aus einer CID und den dazugehörigen Nachrichtentransfer-Protokollinformationen.

Die Regeln, die die dynamische Erstellung dieser Verbindungen bestimmen, werden als Grundlage benutzt auf der eine vordefinierte Gruppe von Verbindungen festgelegt wird.

4.2 DeviceNet-Kommunikationsmodell

Das allgemeine objektorientierte Kommunikationsmodell eines DeviceNet-Knotens enthält Folgendes:

- **Manager für unverbundene Nachrichten (UCMM):** bearbeitet im DeviceNet unverbundene eindeutige Nachrichten;
- **Identitätsobjekt (en: identity object):** Erkennt und liefert allgemeine Informationen über das Gerät;
- **Verbindungsklasse (en: connection class):** sammelt und verwaltet die internen Ressourcen, die zu E/A-Verbindungen und Verbindungen für den eindeutigen Nachrichtentransfer gehören;
- **Verbindungsobjekt (en: connection object):** verwaltet die kommunikationsspezifischen Aspekte, die zu einer bestimmten Verknüpfung von Anwendung zu Anwendung gehören;
- **DeviceNet-Objekt:** stellt die Konfiguration und den Status eines physikalischen DeviceNet-CDI zur Verfügung;
- **Nachrichten vermittelnder Netzwerkknoten (en: message router):** befördert eine eindeutige Anforderungsnachricht an das entsprechende Objekt;
- **Anwendungsobjekte (en: application objects):** führt die Anwendung wie vorgesehen aus.

4.3 DeviceNet, CAN und CIP

Die unteren Schichten des DeviceNet beruhen auf ISO 11898 und verwenden die Technologie des Controller Area Network (CAN). Die oberen DeviceNet-Schichten verwenden einen Teil des Common Industrial Protokolls (CIP^{TM3}), dessen Protokolle und Dienste in IEC 61158 festgelegt sind.

Die Beziehungen zwischen DeviceNet, CAN, CIP und dem OSI-Referenzmodell (ISO/IEC 7498-1) werden im Bild 2 dargestellt.

³ CIPTM ist ein Markenname der „Open DeviceNet Vendor Association, Inc“. Diese Information wird als Hinweis für die Anwender dieser Internationalen Norm angegeben und soll keine Empfehlung für den Inhaber des Markennamens oder seiner Produkte durch das IEC darstellen. Die Übereinstimmung mit dieser Norm verlangt nicht die Verwendung des Markennamens CIPTM. Die Verwendung des Markennamens CIPTM erfordert die Genehmigung der „Open DeviceNet Vendor Association, Inc“.

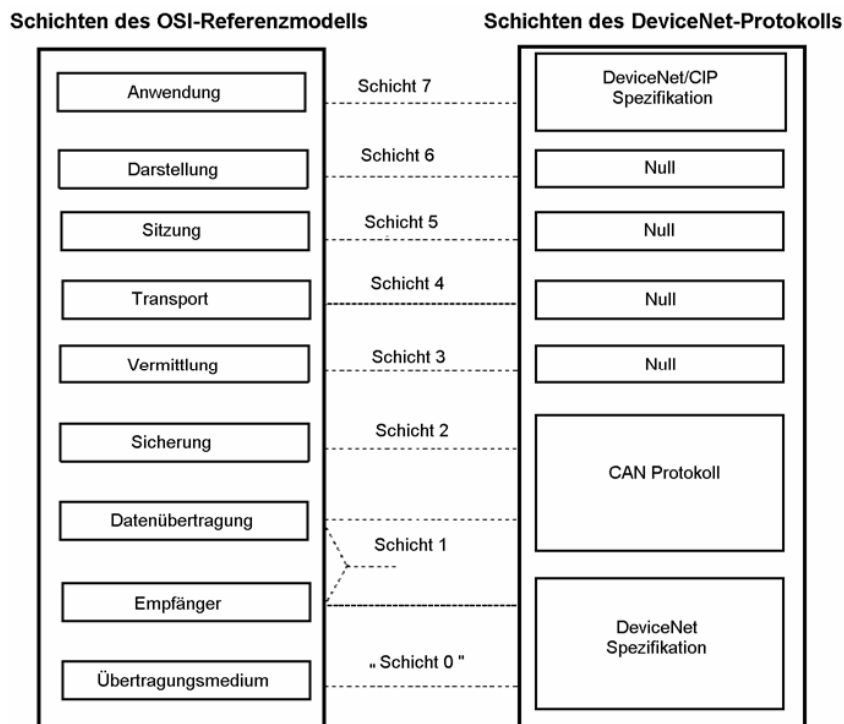


Bild 2 – Architektur des DeviceNet-Protokolls im Vergleich zum OSI-Referenzmodell

5 Kennwerte

5.1 DeviceNet-Verbindungen

5.1.1 Allgemeines

DeviceNet ist ein verbindungsbezogenes Steuerung-Geräte-Netzwerk. DeviceNet-Verbindungen werden verwendet, um die logischen Pfade zwischen mehreren Anwendungen zu erstellen. Ist eine Verbindung hergestellt, wird den Übertragungen, die zu dieser Verbindung gehören eine Verbindungs-ID (CID) zugewiesen. Umfasst diese Verbindung einen bidirektionalen Austausch, dann müssen der Verbindung zwei CID-Werte zugewiesen werden.

DeviceNet verwendet das CAN-Bezeichnerfeld (en: CAN identifier field) und legt die Schritte fest, die zur dynamischen Erstellung von E/A-Verbindungen und von Verbindungen für den eindeutigen Nachrichtentransfer gehören.

5.1.2 Die Anwendung des CAN-Bezeichnerfeldes im DeviceNet

ANMERKUNG DeviceNet verwendet das 11 bit CAN-Bezeichnerfeld („Standard Frame Format“), wie in ISO 11898 beschrieben.

Die 11 CAN-Bezeichnerbits (en: identifier bits), die innerhalb des DeviceNets verfügbar sind, werden in vier getrennte Nachrichtengruppen aufgeteilt: Gruppe 1, Gruppe 2, Gruppe 3 und Gruppe 4.

Für verbindungsbezogene Nachrichten wird die CID innerhalb des CAN-Bezeichnerfeldes hinterlegt. Im Bild 3 werden auch die Bestandteile eines DeviceNet-CID dargestellt.

Bezeichnerbits											HEX-Bereich	Anwendungserkennung
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		
0	Gruppe-1-Nachrichten-ID				Quellen-MAC-ID				000 - 3FF			Nachrichtengruppe 1
1	0	MAC-ID					Gruppe-2-Nachrichten-ID			400 - 5FF		Nachrichtengruppe 2
1	1	Gruppe-3-Nachrichten-ID			Quellen-MAC-ID				600 - 7BF			Nachrichtengruppe 3
1	1	1	1	1	Gruppe-4-Nachrichten-ID (0 - 2F)				7C0 - 7EF			Nachrichtengruppe 4
1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	7F0 - 7FF	Ungültige CAN-Kennzeichnung
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0		

Bild 3 – Die Anwendung des CAN-Bezeichnerfeldes im DeviceNet

Wie im Bild 3 dargestellt, enthält das DeviceNet-CAN-Bezeichnerfeld folgendes:

- **Nachrichten-ID (en: message ID):** Kennzeichnet in einem bestimmten Knoten eine Nachricht innerhalb einer Nachrichtengruppe. Wenn eine Verbindung hergestellt ist benutzt der Knoten eine Nachrichten-ID in Kombination mit einer MAC-ID, um eine CID zu generieren. Die sich daraus ergebende CID wird der zugehörigen Nachricht entsprechend in dem CAN-Kennzeichnungsfeld hinterlegt;
- **Quellen-MAC-ID (en: source MAC ID):** Die Gruppen 1 und 3 erfordern die Festlegung einer Quellen-MAC-ID im CAN-Bezeichnerfeld;
- **MAC-ID:** Die Nachrichtengruppe 2 erlaubt entweder die Festlegung von einer Quelle oder einem Ziel im MAC-ID-Bereich des CAN-Bezeichnerfeldes.

E/A-Verbindungen und Verbindungen für den eindeutigen Nachrichtentransfer können beide in den Nachrichtengruppen 1, 2 und 3 erstellt werden.

In der Gruppe-2-Nachrichten-ID werden die Werte 6 und 7 für folgendes verwendet:

- Gruppe-2-Nachrichten-ID 6 wird für die Konfiguration der Kommunikationen verwendet, die in einer Master/Slave-Anwendung eingesetzt werden (siehe 5.5);
- Gruppe-2-Nachrichten-ID 7 wird für die Erkennung von Knoten verwendet, denen die gleichen MAC-IDs zugewiesen wurden (siehe 5.3.6).

In der Gruppe-3-Nachrichten-ID werden die Werte 5, 6 und 7 für folgendes verwendet:

- Gruppe 3 Nachrichten-ID 5 wird verwendet, wenn Antworten gesendet werden, die zu Anforderungen unverbundener eindeutiger Nachrichten gehören, wie z. B. Geräte-Bereitschaftsmeldungen (en: device heartbeat) und Meldungen beim Abschalten des Geräts;
- Gruppe-3-Nachrichten-ID 6 wird verwendet, wenn Anforderungen unverbundener eindeutiger Nachrichten gesendet werden;
- Gruppe-3-Nachrichten-ID 7 ist ungültig und darf nicht benutzt werden.

Die Gruppe 4 ist für zukünftige Anwendungen reserviert.

5.1.3 Verbindungserstellung

5.1.3.1 Eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen und UCMM

Die Nachrichtengruppe 3 legt die Bezeichnercodes fest, um unverbundene eindeutige Nachrichten zu unterstützen. Unverbundene eindeutige Nachrichten erstellen und verwalten eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen. Die unverbundenen Anforderungsnachrichten werden auf die Übertragung durch eine Gruppe 3 Nachricht festgelegt, deren Nachrichten-ID auf 6 gesetzt ist. Die einzigen gültigen Dienste, die als unverbundene eindeutige Anforderungsnachrichten übertragen werden können, sind:

- Eröffnen einer eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung;
- Schließen einer Verbindungsanforderung.

Die oben aufgeführten Nachrichten werden niemals als verbindungsbezogene Nachrichten übertragen (siehe verbindungsbezogene eindeutige Nachrichten unter 5.2.1.6)

Antworten auf unverbundene eindeutige Anforderungen werden als unverbundene Antwortnachrichten übertragen. Unverbundene Antwortnachrichten werden auf die Übertragung durch eine Gruppe-3-Nachricht festgelegt, wenn deren Nachrichten-ID auf 5 gesetzt ist. Die einzigen gültigen Dienste, die als unverbundene eindeutige Antwortnachrichten übertragen werden können, sind:

- Öffnen einer eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort;
- Schließen einer Verbindungsantwort;
- Fehlerrückmeldung;
- Geräte-Bereitschaftsmeldung;
- Geräte-Abschaltnachricht.

5.1.3.2 E/A-Verbindungen

Durch Verknüpfung mit der Verbindungsklasse über eine vorher eingerichtete eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung, werden E/A-Verbindungen dynamisch erstellt. Für jeden Knoten muss eine Verbindungsinstanz angelegt und konfiguriert werden.

5.2 DeviceNet-Nachrichtentransfer-Protokoll

5.2.1 Eindeutiger Nachrichtentransfer

5.2.1.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt das Eindeutige Nachrichtentransfer-Protokoll und stellt die Einzelheiten dar, die zur dynamischen Einrichtung von eindeutigen Nachrichtenverbindungen gehören (siehe Bild 4).

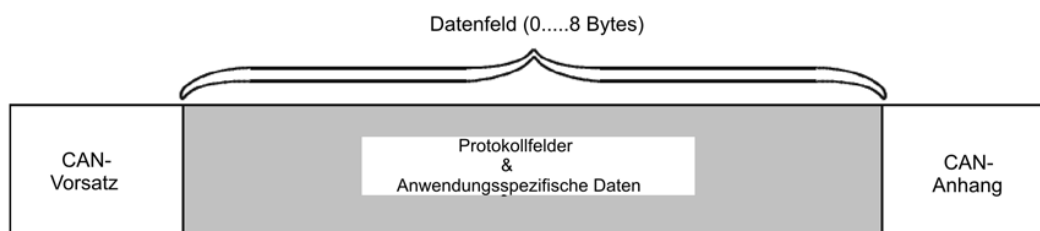


Bild 4 – Verwendung des CAN-Datenfeldes für eine eindeutige Nachricht

Bild 5 stellt das Format des CAN-Datenfeldes, das zu eindeutigen Nachrichten gehört dar:

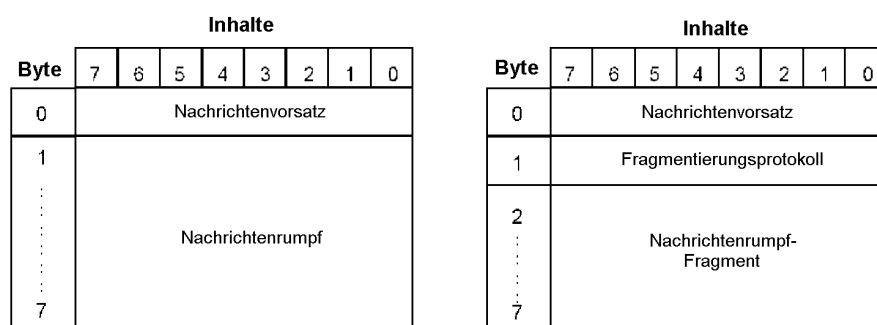


Bild 5 – Datenfeldformat für eindeutige Nachrichten

Das Datenfeld einer Übertragung, die die gesamte eindeutige Nachricht beinhaltet, enthält:

- einen Nachrichtenvorsatz;
- den vollständigen Nachrichtenrumpf.

Eine eindeutige Nachricht, mit einer Größe von mehr als 8 Bytes, muss fragmentiert übertragen werden. Die Funktion der Fragmentierung/Defragmentierung wird durch das Verbindungsobjekt unterstützt. Ein Teil dieser fragmentierten eindeutigen Nachricht enthält:

- einen Nachrichtenvorsatz;
- das Fragmentierungsprotokoll (siehe 5.2.3.2);
- ein Nachrichtenrumpf-Fragment.

5.2.1.2 Nachrichtenvorsatz

Der Nachrichtenvorsatz ist dem Byte Null im CAN-Datenfeld einer eindeutigen Nachricht zugeordnet und muss wie im Bild 6 dargestellt, formatiert werden:

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Frag	XID	MAC-ID					

Bild 6 – Format des Nachrichtenvorsatzes einer eindeutigen Nachricht

Der Nachrichtenvorsatz beinhaltet:

- **Frag (Fragmentierungsbit):** Zeigt an, ob diese Übertragung ein Teil von einer fragmentierten eindeutigen Nachricht ist, oder nicht.
 „0“ = nicht fragmentiert
 „1“ = fragmentiert
- **XID (Transaktions-ID):** Dieses Feld wird von einer Anwendung verwendet, um eine Antwort der dazugehörigen Anforderung zuzuordnen. Dieses Feld wird vom Server in einer Antwortnachricht einfach wiederholt. Dieses Feld wird vom Servermodul nicht dazu verwendet, um eine Art von Doppel-nachrichten-Nachweislogik durchzuführen;
- **MAC-ID:** Beinhaltet entweder die Quellen- oder die Ziel-MAC-ID.

Wenn eine eindeutige Nachricht empfangen wurde, wird das MAC-ID-Feld im Nachrichtenvorsatz überprüft. Ist die Ziel-MAC-ID in der CID festgelegt, dann muss die Quellen-MAC-ID des anderen Endpunktes in dem Nachrichtenvorsatz festgelegt sein. Wenn die Quellen-MAC-ID in der CID festgelegt ist, dann muss die MAC-ID des empfangenden Moduls in dem Nachrichtenvorsatz vorgegeben sein. Ist keine dieser Bedingungen zutreffend, dann muss die Nachricht verworfen werden.

5.2.1.3 Nachrichtenrumpf

Der Nachrichtenrumpf beinhaltet ein Dienstfeld (en: service field) und dienstspezifische Parameter.

Der erste, innerhalb des Nachrichtenrumpfes festgelegte Parameter ist das Dienstfeld, das die einzelnen Anforderungen oder Antworten kennzeichnet, die zugestellt werden. Bild 7 veranschaulicht das Format des Dienstfeldes.

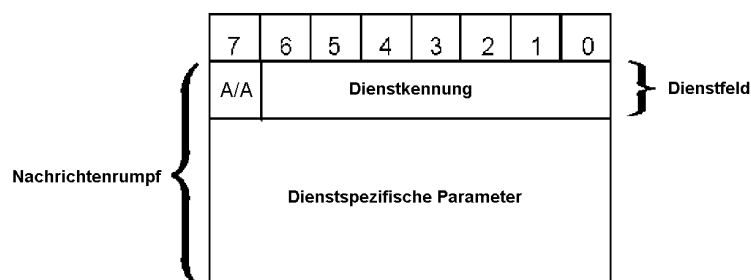


Bild 7 – Format des Dienstfeldes

prEN 62026-3:2006

Das Dienstfeld beinhaltet:

- **Dienstkennung (en: service code):** Der aus den 7 niedrigsten Bits des Dienstfeld-Bytes festgelegte Wert, der die Art des Dienstes, der übertragen werden soll anzeigt;
- **A/A:** Das Bit mit der höchsten Wertigkeit in dem Dienstfeld. Sein Wert gibt an, ob eine Nachricht eine Anforderung oder eine Antwort ist.

„0“ = Anforderung

„1“ = Antwort

DeviceNet legt eine Gruppe von gemeinsamen Diensten fest. Die gemeinsamen DeviceNet-Dienste sind die offene Gruppe, deren Parameter und geforderten Verhaltensweisen in IEC 61158-5-2, 6.2.1.3, und IEC 61158-6-2, 4.1.8, festgelegt sind.

Die dem Dienstfeld nachfolgende Information ist speziell für den jeweiligen Dienst der übertragen werden soll.

5.2.1.4 Fragmentierungsprotokoll

Wenn die Übertragung ein Teil einer fragmentierten eindeutigen Nachricht ist, dann enthält das Datenfeld den Nachrichtenvorsatz, das Fragmentierungsprotokoll und ein Nachrichtenrumpf-Fragment. Das Fragmentierungsprotokoll ermöglicht die Fragmentierung und Defragmentierung von eindeutigen Nachrichten, die einen Nachrichtenrumpf haben, der größer als 8 Bytes ist (siehe 5.2.3).

5.2.1.5 UCMM Dienste

5.2.1.5.1 Allgemeines

Der Manager für unverbundene Nachrichten (UCMM) ist für die dynamische Erstellung von eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungen vorgesehen. Dieser Abschnitt bietet eine genaue Beschreibung der dienstspezifischen Argumente¹, die zu den offenen eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungen und den geschlossenen Verbindungsdiensten gehören, die durch den UCMM unterstützt werden. Zu den Prüfbestimmungen hinsichtlich der Einrichtung von eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungen, siehe 9.3.3.

Der UCMM führt zwei Dienste aus, die die Zuordnung und die Freigabe von eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungen verwalten:

- **Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung:** Dienstkennung = 4B_{HEX}. Wird zum Erstellen einer eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung verwendet;
- **Schließen Verbindung:** Dienstkennung = 4C_{HEX}. Wird zum Löschen eines Verbindungsobjekts und dem Freigeben aller zugehörigen Ressourcen verwendet.

Diese Dienste werden für die unverbundene eindeutige Anforderung und Antwort unter Verwendung der im Bild 3 dargestellten CAN-Bezeichnerfelder zugeordnet. Während der Verarbeitung einer unverbundenen eindeutigen Anforderung kann es notwendig sein, dass durch den UCMM an den Anfordernden eine Fehlermeldung zurückgesendet wird und die eindeutige Fehlerrückmeldung mit dem CAN-Bezeichner der unverbundenen eindeutigen Antwort übertragen wird.

5.2.1.5.2 Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung (en: open explicit messaging connection request)

Dieser Dienst fordert die Einrichtung einer logischen Verbindung zwischen zwei Knoten an, über die die eindeutige Nachricht übertragen wird. Dieser Dienst wird als unverbundene Anforderungsnachricht übertragen (Nachrichtengruppe 3, Nachrichten-ID 6) (siehe Bild 8).

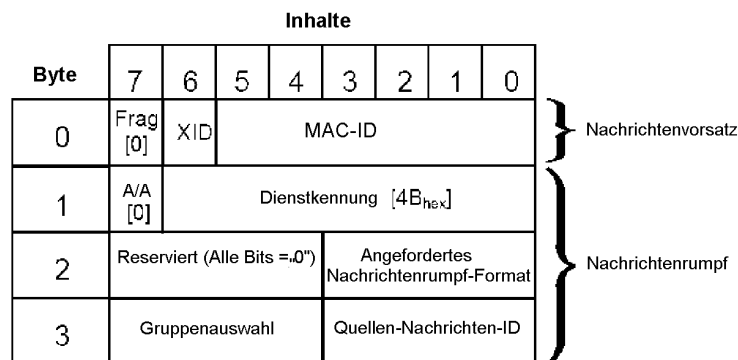


Bild 8 – Format einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung

Eine Anforderung zum Eröffnen einer eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung enthält:

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2. Die Ziel-MAC-ID ist immer im Nachrichtenvorsatz, der zu einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung/-antwort gehört, festgelegt;
- **A/A-Bit (0):** Kennzeichnung als Anforderungsnachricht;
- **Dienstkennung (4B_{hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als einen Eröffnen eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsdienst;
- **Reservierte Bits:** Diese müssen bei der Übertragung auf Null gesetzt sein;
- **Angefordertes Nachrichtenrumpf-Format:** Dieses Feld wird vom den Client verwendet, um ein bestimmtes Nachrichtenrumpf-Format für nachfolgende, über diese Verbindung zu übertragende eindeutige Nachrichten anzufordern.

Der Serverknoten legt, antwortend auf diese Anforderung zum Eröffnen eines eindeutigen Nachrichtentransfers, das Format für den Nachrichtenrumpf fest, der für diese Verbindung verwendet werden soll. Zu den Erkennungswerten des Nachrichtenrumpf-Formats, siehe Tabelle 1. Die Server müssen eines von dem Folgenden ausführen:

- Ablehnen der Anforderung und Rückmelden des entsprechenden Formatwerts in der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung;
- Annehmen dieser Anforderung und Wiedergeben des selben Formatwerts in der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort;

Tabelle 1 – Formatwerte des Nachrichtenrumpfes

Formatwert	Bedeutung
0	DeviceNet (8/8). Klasse = 8-bit-Zahl, Instanz-ID = 8-bit-Zahl ^a
1	DeviceNet (8/16). Klasse = 8-bit-Zahl, Instanz-ID = 16-bit-Zahl ^b
2	DeviceNet (16/16). Klasse = 16-bit-Zahl, Instanz-ID = 16-bit-Zahl ^c
3	DeviceNet (16/8). Klasse = 16-bit-Zahl, Instanz-ID = 8-bit-Zahl ^d
4 – F _{hex}	Reserviert
ANMERKUNG Nachrichten, die über diese Verbindung übertragen werden, werden wie in 5.2.1.6 beschrieben, formatiert	
a	Die Felder der Klassen- und Instanz-ID sind als 8-bit-Zahlen (USINT) festgelegt.
b	Die Klassen-ID ist als 8-bit-Zahl (USINT) festgelegt und die Instanz-ID ist als 16-bit-Zahl (UINT) festgelegt.
c	Die Felder der Klassen- und Instanz-ID sind als 16-bit-Zahlen (UINT) festgelegt.
d	Die Klassen-ID ist als 16-bit-Zahl (UINT) festgelegt und die Instanz-ID ist als 8-bit-Zahl (USINT) festgelegt.

- **Gruppenauswahl:** Das Feld, das die Nachrichtengruppe anzeigt, über welche die Nachrichten, die zu dieser Verbindung gehören ausgetauscht werden. Folgende Erkennungswerte sind in Tabelle 2 dargestellt:

Tabelle 2 – Kennwerte der Gruppenauswahl

Kennwert	Bedeutung
0	Nachrichtengruppe 1
1	Nachrichtengruppe 2 ^a
2	Reserviert
3	Nachrichtengruppe 3
4 – F _{Hex}	Reserviert

^a Die Bezeichner der Nachrichtengruppe 2 erlaubt entweder die Festlegung einer Quellen- oder einer Ziel-MAC-ID. Wenn die Nachrichten über diese Verbindungen übertragen werden, hinterlegt der Client für die eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungen, die über die Nachrichtengruppe 2 eingerichtet werden, die MAC-ID des Servers in der Verbindungs-ID. Der Server hinterlegt seine eigene MAC-ID in der Verbindungs-ID, wenn die Übertragung der Nachrichten über diese Verbindung erfolgt. Dieser Ablauf erfordert, dass der Server zwei eigenständige Nachrichten-ID's aus seinem Gruppe 2 Pool bereitstellt.

Der Client wählt die Nachrichtengruppe aus, über welche die Übertragungen, die zu dieser eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung gehören, erfolgen. Wenn der Server die Anforderung nicht erfüllen kann, muss er die Anforderung abweisen und eine Fehlermeldung zurücksenden.

- **Quellen-Nachrichten-ID:** Die Verwendung dieses Feldes hängt von dem Wert innerhalb des Gruppenauswahlfeldes ab (siehe Tabelle 3):

Tabelle 3 – Quellen-Nachrichten-ID in der Öffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungs-Anforderung

Wenn die Gruppenauswahl gleich:	Dann ergibt sich für die Quellen-Nachrichten-ID:
0 oder 3	Legt die Nachrichten-ID fest, die der Client aus seinem Gruppe 1 oder 3 Nachrichten-ID-Pool bereitgestellt hat. Der Client muss diese Nachrichten-ID in Verbindung mit seiner eigenen MAC-ID anwenden, um die Verbindungs-ID zu generieren, die festgelegt wird, wenn er eine Nachricht über diese Verbindung überträgt. ^a
1	Wird ignoriert/auf Null (0) gesetzt. ^b

^a Der Client hinterlegt diesen Wert innerhalb des Nachrichten-ID-Bereichs der Kennzeichnung von Nachrichten-gruppe 1 oder 3.

^b Eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungen, die über Nachrichtengruppe 2 erstellt werden, erfordern vom Server zwei Gruppe 2 Nachrichten-ID's bereitzustellen, und senden ihm über die offene eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung die Antwortnachricht zurück. Der Client muss eine dieser Nachrichten-ID's verwenden, um die Verbindungs-ID zu generieren, die er festgelegt, wenn eine Nachricht über diese Verbindung übertragen wird. Die andere Nachrichten-ID muss vom Server verwendet werden, um die Verbindungs-ID zu generieren, die er festgelegt, wenn eine Nachricht über diese Verbindung übertragen wird.

Der UCMM des Servers bestätigt die Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderungsargumente. Wenn diese gültig sind, ruft der UCMM den Dienst der Verbindungsklasse auf, um die Erstellung einer Verbindungsobjekt-Instanz zu erlangen (siehe IEC 61158-5-2, 6.2.3). Das sich daraus ergebende Verbindungsobjekt wird automatisch zu einem eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsobjekt konfiguriert.

Wenn der Server mehrere Nachrichtenrumpf-Formate unterstützt und der Client hat eines dieser Formate angefordert, dann wiederholt der Server das angeforderte Nachrichtenrumpf-Format in der Eröffnen eindeutiger Nachrichtentransfer-Antwort. Unterstützt der Server nicht mehrere Nachrichtenrumpf-Formate, dann legt der Server sein vorgegebenes Format in der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort fest.

Wird kein Fehler festgestellt, dann wird eine offene eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungs-Erfolgsmeldung zurückgesendet. Wenn ein Fehler festgestellt wird, dann wird eine Fehlerrückmeldung zurückgesendet.

5.2.1.5.3 Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungs-Erfolgsrückmeldung

Dieser Dienst wird verwendet, um auf eine erfolgreiche Anforderungsnachricht einer offenen eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindung zu antworten (siehe Bild 9).

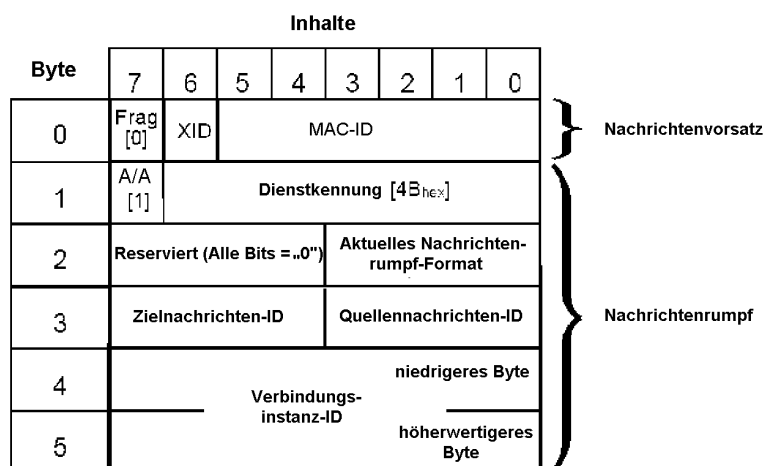


Bild 9 – Format der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort

Die Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsantwort enthält:

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2. Die Ziel-MAC-ID wird immer im Nachrichtenvorsatz festgelegt, der zu einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung/-antwort gehört;
- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht;
- **Dienstkennung (4B_{hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als einen Eröffnen eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsdienst;
- **Reservierte Bits:** Diese müssen durch den Übertragenden auf Null gesetzt werden;
- **Aktuelles Nachrichtenrumpf-Format:** Das Feld wird vom Server verwendet, um das Format des Nachrichtenrumpfes festzulegen, der zu den nachfolgenden, über diese Verbindung zu übertragenden eindeutigen Nachrichten, gehört (wie in Tabelle 1 dargestellt);
- **Ziel Nachrichten-ID:** Die Verwendung dieses Feldes ist abhängig von der Nachrichtengruppe, über die die Verbindungen erfolgen (wie in der Tabelle 4 dargestellt);

Tabelle 4 – Ziel-Nachrichten-ID der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung

Wenn die Gruppenauswahl in der offenen Anforderung gesetzt ist auf:	Dann ergibt sich für die Ziel-Nachrichten-ID in der Eröffnungs-Anforderung:
0 oder 3	Wird ignoriert und muss auf Null (0) gesetzt werden
1	Wird von Client in Verbindung mit der MAC-ID des Servers benutzt, um die Verbindungs-ID zu generieren, die er festlegt, wenn über diese Verbindung übertragen wird.

- **Quellen-Nachrichten-ID:** Die Nachrichten-ID, die der Server vergeben hat. Der Server vergibt eine Nachrichten-ID aus seinem Gruppe 1, 2 oder 3 Nachrichten-ID-Pool, die in Verbindung mit seiner eigenen MAC-ID (Quellen MAC-ID) verwendet wird, um die Verbindungs-ID zu generieren, die festgelegt wird, wenn er eine Nachricht über diese Verbindung überträgt;
- **Verbindungsinstanz-ID:** Der Server erzeugt ein eindeutiges Nachrichtentransfer-Verbindungsobjekt, wenn er erfolgreich eine Eröffnungs-Anforderung bearbeitet. Dieses Feld enthält die Instanz-ID (16-bit-Zahl Feld), die diesem eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsobjekt zugewiesen wurde.

5.2.1.5.4 Anforderung eine Verbindung zu schließen (en: close connection request)

Dieser Dienst wird verwendet, um eine Verbindung (entweder E/A oder Nachrichtentransfer) innerhalb einer der Endpunkte zu beenden. Der Empfang der Schließen Verbindungsanforderungsnachricht durch den UCMH bedingt den Aufruf des Dienstes zum Löschen der Verbindungsklassen (siehe IEC 61158-5-2, 6.2.3). Eine Schließen Verbindungsanforderungsnachricht wird als unverbundene Anforderungsnachricht übertragen.

Die Antworteinrichtung (en: responder) bestätigt, dass die festgelegte Verbindungsinstanz vorhanden ist. Wenn die Verbindungsinstanz besteht und gelöscht werden kann, dann wird sie gelöscht. Alle Ressourcen die zu der Verbindungsinstanz gehören, werden freigegeben. Ist die Anforderung erfolgreich bearbeitet worden, dann wird eine Antwort „Verbindung geschlossen“ zurückgesendet. Wurde die Anforderung nicht erfolgreich bearbeitet, wird eine Fehlermeldung zurückgesendet.

Eine Schließen Verbindungsanforderung enthält (siehe Bild 10):

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2;
- **A/A-Bit (0):** Kennzeichnung als Anforderungsnachricht;
- **Dienstkennung (4C_{Hex}):** Kennzeichnet den Dienst zum Schließen einer Verbindung;
- **Verbindungsinstanz-ID:** das Feld, das die Verbindungsinstanz festlegt, die gelöscht werden soll. Das Format der Verbindungsinstanz-ID innerhalb dieser Nachricht wird immer als 16-bit-Zahl festgelegt.

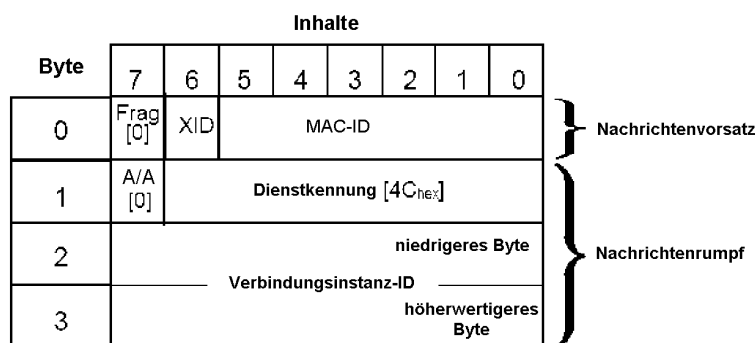


Bild 10 – Format der Schließen Verbindungsanforderung

5.2.1.5.5 Schließen Verbindungsanforderung

Dieser Dienst wird verwendet, um auf eine erfolgreiche Schließen Verbindungsanforderungsnachricht zu antworten.

Das Format der Schließen Verbindungsantwort enthält (siehe Bild 11):

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2;
- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht;
- **Dienstkennung (4C_{Hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als Dienst zum Schließen einer Verbindung;

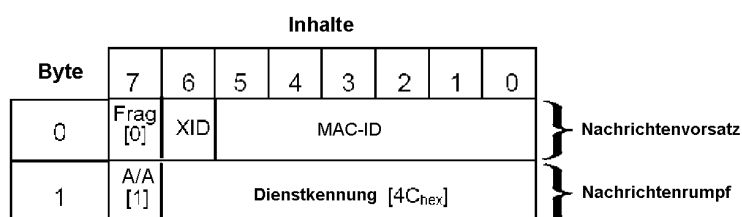


Bild 11 – Format der Schließen Verbindungsantwort

5.2.1.5.6 Fehlerrückmeldung

Tabelle 5 zeigt eine Standardbelegung von UCMM abhängigen Fehlerzuständen und die Fehlercode Angabe (allgemeiner Fehlercode und ergänzender Fehlercode), die in einer entsprechenden Fehlerantwortnachricht verwendet werden. Das Format einer Fehlerrückmeldung wird in 5.2.1.7 dargestellt.

Tabelle 5 – UCMM Fehlerzustände/Fehlercodes

Fehlerzustand	Allgemeine Fehlerbezeichnung	Allgemeiner Fehlercode (hex)	Ergänzender Fehlercode (hex)
Dienst nicht eröffnet oder geschlossen	Dienst wird nicht unterstützt	08	FF
Gruppenauswahl-Ressourcenfehler	Ressourcen nicht verfügbar	02	01
Gruppenauswahl außerhalb des Bereichs	Ungültiger Parameter	20	01
Keine Serververbindungen verfügbar	Ressourcen nicht verfügbar	02	02
Keine Server Nachrichten-IDs verfügbar	Ressourcen nicht verfügbar	02	03
Ungültige Client Quellen-Nachrichten-ID	Ungültige Kenngröße	20	02
Doppelte Client Quellen-Nachrichten-ID	Ressourcen nicht verfügbar	02	04
Ungültige Verbindungsinstanz-ID	Objekt besteht nicht	16	FF

Beschreibung der Fehlerzustände:

- **Dienst nicht eröffnet oder geschlossen:** Ein Dienst, der über den UCMM Anschluss (en: port) empfangen wurde und nicht im Zustand eröffnet oder geschlossen ist und deshalb nicht vom UCMM unterstützt wird;
- **Gruppenauswahl-Ressourcenfehler:** Das angezeigte Gruppenauswahlargument benutzt eine Nachrichtengruppe, die nicht von dem Gerät unterstützt wird;
- **Gruppenauswahl außerhalb des Bereichs:** das Gruppenauswahlfeld enthält einen ungültigen Wert;
- **Keine Serververbindungen verfügbar:** Die maximale Anzahl von Verbindungen, die von diesem Server unterstützt werden, ist bereits erreicht worden;
- **Keine Server Nachrichten-IDs verfügbar:** Der Server hat alle vom Client angeforderten Nachrichten-IDs innerhalb der Nachrichtengruppe verteilt;
- **Ungültige Client Quellen-Nachrichten-ID:** Die Quellen-Nachrichten-ID, die mit einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung empfangen wurde, ist für die festgelegte Nachrichtengruppe ungültig;
- **Doppelte Client Quellen-Nachrichten-ID:** Die Quellen-Nachrichten-ID und die Quellen-MAC-ID, die innerhalb einer Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindungsanforderung empfangen wurden, sind schon in Benutzung für eine eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung der Gruppe 1 oder Gruppe 3;
- **Ungültige Verbindungsinstanz-ID:** Die Verbindungsinstanz-ID, die mit der Schließen Verbindungsanforderung empfangen wurde, besteht nicht.

5.2.1.6 Verbindungsbezogene eindeutige Nachrichten

Eine verbindungsbezogene eindeutige Nachricht ist eine Nachricht, die über eine eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung übertragen wird. Eine verbindungsbezogene eindeutige Nachricht muss mit den Formaten übereinstimmen, die in diesem Abschnitt beschrieben werden.

Bild 12 stellt das Format der Nachricht, die zu einer nicht-fragmentierten eindeutigen Anforderung gehört, dar:

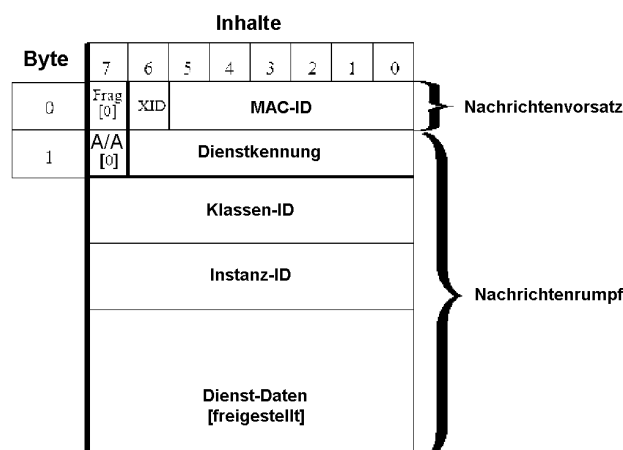


Bild 12 – Format der nicht-fragmentierten eindeutigen Anforderungsnachricht

Nicht-fragmentierte eindeutige Anforderungsnachrichten enthalten:

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2;
- **A/A-Bit (0):** Kennzeichnung als Anforderungsnachricht;
- **Dienstkennung:** Legt den Dienst fest, der angefordert wird;
- **Klassen-ID:** Legt die Objektklasse in Richtung desjenigen fest, an den die Anforderung gerichtet ist. Die Klassen-ID wird innerhalb eines 8- oder 16-bit-Zahl Feldes festgelegt, bezogen auf den Wert des aktuellen Formats des Nachrichtenrumpfes, der in der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Antwort zurückgesendet wurde;
- **Instanz-ID:** Legt die einzelne Instanz innerhalb der Objektklasse in Richtung desjenigen fest, an den die Anforderung gerichtet ist. Die Instanz-ID wird innerhalb eines 8- oder 16-bit-Zahl Feldes festgelegt, bezogen auf den Wert des aktuellen Formats des Nachrichtenrumpfes, der in der Eröffnen eindeutige Nachrichtentransfer-Antwort zurückgesendet wurde. DeviceNet verwendet den Wert Null, um anzuzeigen, dass die Anforderung an die eigene Klasse, vielmehr an eine bestimmte Instanz innerhalb dieser Klasse gerichtet ist;
- **Dienst-Daten:** Überträgt anforderungsspezifische Daten. Die Formate für die gemeinsamen DeviceNet-Dienste werden in IEC 61158-6-2, 4.1.8 beschrieben. Innerhalb des Formats dieses Feldes sind klassenspezifische und objektspezifische Festlegungen des Dienstes enthalten.

Bild 13 stellt das Format für die Nachricht dar, die zu einer nicht-fragmentierten erfolgreichen Antwort gehört:

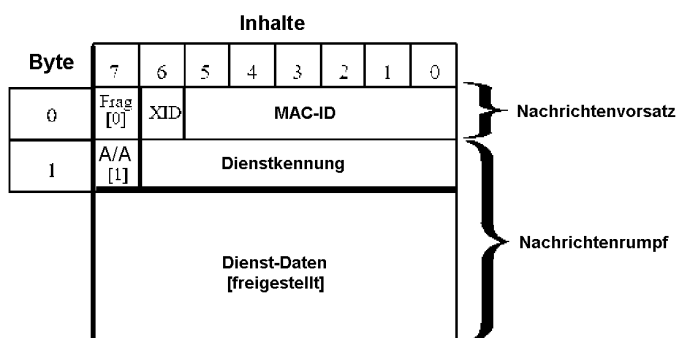


Bild 13 – Nachrichtenformat der nicht-fragmentierten erfolgreichen Antwortnachricht

Die nicht fragmentierte erfolgreiche Antwortnachricht enthält:

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2;

- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht;
- **Dienstkennung:** Enthält die Dienstkennung, die in der Anforderungsnachricht gesendet wurde;
- **Dienst-Daten:** Überträgt anforderungsspezifische Daten.

5.2.1.7 Fehlerantwortnachricht

Die Fehlerantwortnachricht wird zurückgesandt, wenn ein Fehler während des Versuches auftritt, die vorher empfangene eindeutige Anforderungsnachricht zu bearbeiten. Die Fehlerrückmeldung kann entweder als verbindungsbezogene (die Anforderung wurde über eine eindeutige Nachrichtentransfer-Verbindung empfangen) oder unverbundene (die Anforderung war eine unverbundene eindeutige Anforderungsnachricht) Antwortnachricht gesendet werden. Bild 14 stellt das Format einer Fehlerantwortnachricht dar.

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Frag [0]	XID	MAC-ID					
1	A/A [1]	Dienstkennung [14 _{hex}]						
2	Allgemeiner Fehlercode							
3	Ergänzender Code							

Bild 14 – Fehlerantwortnachricht

Die Fehlerantwortnachricht enthält:

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Siehe 5.2.1.2;
- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht;
- **Dienstkennung (14_{Hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als eine Fehlerrückmeldung;
- **Allgemeiner Fehlercode:** Bezeichnet den aufgetretenen Fehler. Zu einem Verzeichnis über allgemeine Fehlercodes, siehe unter IEC 61158-5-2, 6.2.1.3.3, und IEC 61158-6-2, 4.1.11;
- **Ergänzender Code:** Enthält einen objektspezifischen oder dienstspezifischen Wert, der den Fehlerzustand zusätzlich beschreibt. Wenn das zurücksendende Objekt keine ergänzende Information zum Festlegen hat, dann wird der Wert „FF“_{Hex} in dem Feld hinterlegt.

5.2.2 E/A-Nachrichtentransfer

DeviceNet legt ein Fragmentierungsprotokoll für den Transfer einer E/A-Nachricht fest, die größer als acht Bytes lang ist. Dies ist die einzige Protokollinformation, die innerhalb des Datenfeldes einer E/A-Nachricht übertragen wird (siehe Bild 15).

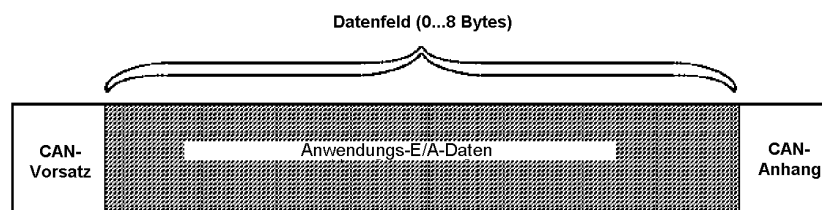


Bild 15 – Datenfeld einer E/A-Nachricht

5.2.3 Fragmentierung/Defragmentierung

5.2.3.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt den Vorgang fest, in dem eine Nachricht, deren Länge größer als acht Bytes ist, fragmentiert und defragmentiert wird. Die Funktion der Fragmentierung/Defragmentierung wird durch das DeviceNet Verbindungsobjekt gewährleistet.

Die Logik, die eine fragmentierte Übertragung auslöst ist:

- die eindeutigen Nachrichtentransfer-Verbindungsobjekt-Instanzen prüfen die Länge jeder Nachricht, die zu übertragen ist. Wenn die Nachricht größer als acht Bytes lang ist, dann wird das Fragmentierungsprotokoll angewendet;
- die E/A-Verbindungsobjekt-Instanzen prüfen das produced_connection_size-Attribut des Verbindungsobjekts (siehe 5.3.2). Ist das produced_connection_size-Attribut länger als acht Bytes, dann wird das Fragmentierungsprotokoll angewendet.

Es sind zwei Arten von Fragmentierung festgelegt:

- **Quittiert:** wird bei Fragmentierung einer eindeutigen Nachricht ausgeführt;
- **Unquittiert:** wird bei Fragmentierung einer E/A-Nachricht ausgeführt.

5.2.3.2 Fragmentierungsprotokoll

Das Fragmentierungsprotokoll wird innerhalb eines einzigen Bytes in dem CAN-Datenfeld untergebracht und wird wie in Bild 16 dargestellt, formatiert:

Inhalte							
7	6	5	4	3	2	1	0
Fragment-Typ		Fragment-Zahl					

Bild 16 – Format des DeviceNet-Fragmentierungsprotokolls

Das Fragmentierungsprotokoll enthält:

- **Fragment-Typ:** Zeigt an, ob dies das erste Fragment, eines von den mittleren Fragmenten, oder das letzte Fragment ist (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6 – Bitwerte der Fragmenttypen

Wert	Bedeutung
0	Erstes Fragment. Das Feld mit der Fragment-Zahl muss den Wert „0“ oder „3F“ enthalten. ^a
1	Mittleres Fragment ^b
2	Letztes Fragment ^c
3	Fragment quittieren ^d
^a Wenn die Fragment-Zahl den Wert Null („0“) enthält, dann ist dies das erste in einer Reihe von Fragmenten. Enthält das Feld mit der Fragment-Zahl den Wert „3F“, dann ist dies gleichzeitig die letzte Übertragung in der Reihe. ^b Dieses Fragment ist weder das erste noch das letzte Fragment in der Reihe. ^c Markiert dieses als letztes Fragment. ^d Diesen Wert benutzt der Adressat einer fragmentierten Nachricht, um den Empfang des Fragments zu quittieren.	

- **Fragment-Zahl:** Markiert jedes einzelne Fragment so, dass der Empfänger feststellen kann, ob ein Fragment verloren gegangen ist oder nicht. Wenn der Fragment-Typ das erste Fragment anzeigt, dann bekommt dieses Feld eine besondere Bedeutung (wie in Tabelle 6 beschrieben). Die Fragmentzahl

erhöht sich nach jedem nachfolgendem Fragment in einer Reihe um eins und wird bei Überlauf auf Null zurückgesetzt (Fragmentzahl = (Fragmentzahl + 1) mod 64).

Bei der Fragmentierung von E/A-Nachrichten wird die Protokollinformation der Fragmentierung im Byte 0 hinterlegt (siehe Bild 17).

Inhalte								
Byte- Nummer	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Fragment- Typ		Fragment-Zahl					
	Ein-Ausgabe-Nachrichtenfragment							

Bild 17 – Format des E/A-Nachrichtenfragments

Bei der Fragmentierung von eindeutigen Nachrichten wird die Protokollinformation der Fragmentierung im Byte 1 hinterlegt (siehe Bild 18).

		Inhalte							
Byte- Nummer		7	6	5	4	3	2	1	0
0	Frage [1]	XID	MAC-ID						
1	Fragment- Typ	Fragment-Zahl							
		Fragment des Nachrichtenrumpfs der eindeutigen Nachricht							

Bild 18 – Format des Fragments der eindeutigen Nachricht

Das Frag-Bit innerhalb des Nachrichtenvorsatzes in Bild 18 ist auf „1“ gesetzt um anzuzeigen, dass dies ein Teil von der eindeutigen Nachricht und nicht ganze Nachricht ist. Der Wert „1“ zeigt hier auch an, dass das nächste Byte das Fragmentierungsprotokoll enthält.

Der Empfänger einer fragmentierten Reihe von Übertragungen analysiert die fragmentierte Nachricht wie in diesem Abschnitt festgelegt. Dieser Vorgang gilt für die Fragmentierung von E/A- und eindeutigen Nachrichten.

Wenn die erste Übertragung von der Verbindung angenommen wurde und der Fragment-Typ entspricht dem für das erste Fragment:

- ist die Fragmentzahl „3F“_{Hex}, dann ist das die einzige Reihe und die Verbindung bearbeitet die Nachricht und erwartet den Beginn von einer neuen Reihe;
- ist die Fragmentzahl „0“, dann ist das die erste in einer Reihe von Übertragungen und die Verbindung speichert das Fragment und sichert die Fragment-Zahl.

Wenn die erste Übertragung von der Verbindung angenommen wurde und der Fragment-Typ entspricht entweder nicht dem für das erste Fragment, oder die Fragment-Zahl ist nicht gleich „0“ oder „3F“_{Hex}, dann verwirft die Verbindung die Übertragung und erwartet den Beginn einer neuen Nachricht.

Wurde nicht die erste Übertragung von der Verbindung angenommen, dann überprüft die Verbindung:

- dass der Fragment-Typ nicht dem für das erste Fragment entspricht und
- dass die Fragment-Zahl numerisch um eins (1) höher ist als der vorherige empfangene Wert.

prEN 62026-3:2006

Schlägt eine dieser Überprüfungen fehl, dann ist ein Fehler erkannt worden. Sind beide Überprüfungen bestanden, dann wird dieses Fragment an das davor empfangene Fragment (Fragmente) angehängen und der Fragment-Typ analysiert, ob noch mehr Fragmente anzunehmen sind, oder nicht.

Sind weitere Fragmente zu erwarten, dann speichert die Verbindung die empfangene Fragment-Zahl und wartet auf das nächste Fragment. Wenn dies die letzte Übertragung in der Reihe ist und kein Fehler aufgetreten ist, dann bearbeitet die Verbindung die Nachricht und wird zurückgesetzt, um für den Beginn einer neuen Reihe bereit zu sein.

Wenn eine eindeutige Nachricht fragmentiert worden ist, dann muss der Empfänger nach dem Empfang von jedem Fragment eine Quittierung generieren und übertragen.

Wird ein Fehler festgestellt, dann erfolgt die Fehlerbearbeitung je nachdem, ob dies eine fragmentierte E/A- oder eine eindeutige Nachricht ist.

Wenn beim Empfang des ersten Fragments der nächsten Reihe die Erkennung eines fehlgeschlagenen Fragments ausgelöst wurde, dann wird jede Bearbeitung, die mit der aktuellen Reihe zusammenhängt umgehend abgebrochen, die im Datenspeicher abgelegten Fragmente werden verworfen und die Bearbeitung beginnt sofort mit der nächsten Reihe.

5.2.3.3 Unquitierte Fragmentierung

Die Fragmentierung einer E/A-Nachricht wird im unquitierten Modus durchgeführt. Die unbestätigte Fragmentierung durch das Übertragungsmodul besteht aus der „einer hinter dem anderen“ (en: back-to-back) Übertragung des Fragments. Das empfangende Modul(e) sendet keine Quittierung zurück.

Wenn der send_message-Dienst einer E/A-Verbindung aufgerufen wurde, überprüft er sein connection_size-Attribut, um festzustellen, ob eine fragmentierte Reihe von Nachrichten zu übertragen ist, oder nicht. Ist das connection_size-Attribut größer als acht (8) Bytes, dann wird das Fragmentierungsprotokoll innerhalb der E/A hinterlegt.

Ist das connection_size-Attribut höchstens acht (8) Bytes lang, dann werden die Originaldaten ohne das Hinterlegen eines Fragmentierungsprotokolls übertragen.

Wenn die Anwendung anfordert wird, einen Datenblock zu übertragen, der länger als das connection_size-Attribut ist, dann wird ein interner Fehler angezeigt und die Übertragung erfolgt nicht. Erkennt das empfangende E/A-Verbindungsobjekt ein fehlgeschlagenes Fragment durch Feststellen, dass die empfangene Fragment-Zahl nicht gleich der vorher empfangenen Fragment-Zahl plus Eins (1) ist, dann werden folgende Fehlerbearbeitungsschritte unternommen:

- alle nachfolgenden Fragmente in der Reihe werden ausgesondert und die Anwendung wird nicht über den Empfang einer E/A-Nachricht informiert;
- das Verbindungsobjekt wartet auf den Beginn von Übertragungen einer neuen fragmentierten Reihe und verwirft die noch von der fehlgeschlagenen Reihe verbliebenen Fragmente.

5.2.3.4 Quitierte Fragmentierung

Quitierte Fragmentierung wird für die fragmentierten eindeutigen Nachrichten verwendet. Die quitierte Fragmentierung setzt sich zusammen aus der Übertragung von einem Fragment durch den übertragenden Knoten, gefolgt von der Übertragung einer Quittierung durch den empfangenden Knoten. Der empfangende Knoten quittiert den Empfang jedes Fragments.

Bild 19 stellt das Format der Quittierungsnachricht dar, die durch den Empfänger nach jedem von ihm erhaltenen eindeutigen Nachrichtenfragment übertragen wird.

Byte- Nummer	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Frag [1]	XID	MAC-ID					
1	Fragment- Typ (3)		Fragment-Zahl					
2	Rückmeldungsstatus							

Bild 19 – Format der Quittierungsnachricht

Die Quittierungsnachricht enthält:

- **Fragment-Typ:** Zeigt durch Belegen des Werts 3 in diesem Feld an, das dies ein bestätigtes Fragment ist;
- **Fragment-Zahl:** Wiederholt den Wert der letzten empfangenen Fragment-Zahl;
- **Rückmeldungsstatus (en: Ack Status):** Zeigt an, ob ein Fehler durch den Empfänger der fragmentierten Nachricht festgestellt wurde, oder nicht. Die Rückmeldungsstatus-Bitwerte sind in Tabelle 7 festgelegt:

Tabelle 7 – Rückmeldungsstatus-Bitwerte

Wert	Bedeutung
0	Erfolgreich. Es wurde kein Fehler festgestellt und die Übertragung kann fortgesetzt werden.
1	Zu viele Daten. Der maximale Betrag an Daten, die der Empfänger über diese Verbindung empfangen kann, wurde überschritten.
2 -255	Reserviert.

Die Funktionen des Übertragungsknotens sind wie folgt festgelegt:

- Das Verbindungsobjekt bildet den Nachrichtenvorsatz durch Setzen des Fragbits auf Eins (1), des XID (Transaktions-ID) Feldes auf den durch die Anwendung festgelegten Wert und initialisiert die MAC-ID auf die gleiche Weise, als wenn es eine nicht fragmentierte eindeutige Nachricht wäre. Die Nachrichtenvorsätze, die zu jedem einzelnen Fragment gehören sind identisch;
- Danach setzt das Verbindungsobjekt die entsprechende Fragmentierungsprotokoll-Information in die Nachricht. Das Verbindungsobjekt speichert die Fragment-Zahl, die in die Nachricht eingetragen wurde;
- Das Verbindungsobjekt übernimmt dann den nächsten Teil des Nachrichtenrumpfes und hinterlegt ihn in der Nachricht;
- Die Nachricht wird übertragen und ein Zeitschalter (en: Timer) für das Warten auf die Quittierung wird gestartet. Die Länge der Wartezeit ist anwendungsspezifisch;
- Läuft die Wartezeit für die Quittierung ab, dann wiederholt das Verbindungsobjekt automatisch die letzte Übertragung. Das Verbindungsobjekt wiederholt einmal. Wenn die Wartezeit noch einmal abläuft (zwei Zeitüberschreitungen beim Warten auf die Quittierung hintereinander), dann wird die Anwendung informiert, das ein Fehler festgestellt wurde und die angeforderte Übertragung nicht erfolgen kann;
- Wird eine Quittierung empfangen, dann untersucht das Verbindungsobjekt ob die Fragment-Zahl in der Quittierung gleich der letzten übertragenen Fragmentzahl ist, oder nicht. Sind sie gleich, dann wurde das Fragment erfolgreich übergeben und quittiert, und die bestimmungsgemäße Abarbeitung wird fortgeführt. Wenn die Werte nicht gleich sind, dann wartet das Verbindungsobjekt weiter auf eine Bestätigung mit einer passenden Fragmentzahl.

Der Ausgangszustand ist verbunden mit dem mit dem durch das Empfangmoduls bedingte Warten, entweder auf das erste Fragment in einer fragmentierten Übertragung, oder das Warten auf den Empfang einer vollständigen eindeutigen Nachricht. Die Funktionen der Empfangsseite sind wie folgt festgelegt:

- Zeigt der Nachrichtenvorsatz an, dass dies ein fragmentierter Teil einer eindeutigen Nachricht ist, dann überprüft das Verbindungsobjekt das Fragmentierungsprotokoll, um dessen Gültigkeit zu untersuchen. Wenn die Verbindung die erste Übertragung aus der Reihe empfangen hat (im Ausgangszustand), und das Feld des Fragment-Typs ist nicht gleich dem des ersten Fragments, dann wird das Fragment ausgesondert und es wird keine Quittierung zurückgeschickt;
- Zeigt der Fragment-Typ an, dass dies das erste Fragment ist, dann muss die Fragment-Zahl gleich Null (0) sein. Ist dies der Fall, dann wird das Nachrichtenfragment gespeichert und eine Bestätigung zurückgeschickt. Wenn der Fragment-Typ das erste Fragment anzeigt und die Fragment-Zahl ist nicht Null (0), dann wird das Fragment ausgesondert und es wird keine Quittierung zurückgemeldet;
- Ist die Fragment-Zahl um eins(1) größer als die vorher empfangene Zahl und der Fragment-Type zeigt nicht an, dass dies das erste Fragment ist, dann wird das nächste Fragment empfangen. Das Fragment wird an das vorherige empfangene Fragment (Fragmente) angehängt und es wird eine Quittierung zurückgesendet. Die Fragment-Zahl, die zu diesem Fragment gehört, wird gespeichert;
- Wenn die Fragment-Zahl weder um eins (1) größer noch gleich der vorher empfangenen Zahl ist, dann wird das Fragment verworfen und es wird keine Quittierung zurückgesendet. Der Empfänger wird auf den Ausgangszustand zurück gesetzt;
- Wurde das letzte Fragment empfangen und die Quittierung übertragen, setzt das Verbindungsobjekt die Bearbeitung der Nachricht fort, als wäre diese nicht fragmentiert.

5.2.4 Offline-Verbindungseinrichtung

5.2.4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt das Nachrichtentransferprotokoll der Offline-Verbindungseinrichtung und stellt die Einzelheiten dar, die zum Einrichten von Offline-Verbindungseinrichtungs-Besitzrechten gehören. Die Unterstützung für die Offline-Verbindungseinrichtung für alle Arten von Geräten freigestellt. Die Nachrichten der Gruppe-4-Offline-Verbindungseinrichtung werden von Client-Tools verwendet, um Knoten im Kommunikationsfehlerzustand wiederherzustellen. Bei der Anwendung von Offline-Verbindungseinrichtungs-Nachrichten muss ein Client (Tool) imstande sein:

- a) durch Blinken einer LED den fehlerhaften Knoten, mit dem er in Kontakt steht sichtbar anzuzeigen,
- b) Fehlerwiederherstellungsnachrichten an den fehlerhaften Knoten zu senden und wenn möglich,
- c) den fehlerhaften Knoten wiederherzustellen, ohne ihn vom Teilnetz entfernt zu haben.

Zu jedem beliebigen Zeitpunkt darf nur ein (1) Client-Knoten, der mit Knoten in einem fehlerhaften Kommunikationszustand kommunizieren muss mit einem einzelnen Teilnetz verbunden sein. Das Besitzrecht über die fehlerhaften Kommunikationsknoten wird, unter Anwendung der Offline Besitzrecht-Anforderungs-/Antwortnachrichten, über einen Dialog zwischen den Clients (Tools) erhalten.

Tabelle 8 stellt die Bezeichnerbits der Gruppe 4 dar, die zur Offline-Verbindungseinrichtung gehören.

Tabelle 8 – Offline-Verbindungseinrichtung

Bezeichnerbits (Verbindungs-ID)											Anwendungserkennung
Gruppen-ID					Nachrichten-ID						
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Gruppe-4-Nachrichten
1	1	1	1	1	2C						Kommunikationsfehler-Antwortnachricht
1	1	1	1	1	2D						Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht
1	1	1	1	1	2E						Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht
1	1	1	1	1	2F						Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht

Nur Clients, die die Offline-Verbindungseinrichtung unterstützen wollen, müssen eine Nachricht erzeugen, welche die Gruppe-4-Nachrichten-ID „2F“ verwendet und eine Antwortnachricht mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2E“ empfangen. Sobald das Besitzrecht erhalten wurde, muss der Client alle Nachrichten,

die für den/die fehlerhaften Kommunikationsknoten bestimmt sind unter Verwendung der Nachrichten-ID „2D“ erzeugen.

ANMERKUNG Ein Client darf KEINE „Fehlerhafte Kommunikations-Anforderungsnachricht“ erzeugen, bis er nicht das Besitzrecht von der „Offline-Verbindungseinrichtung“ erhalten hat.

Sobald ein Client (Tool) ein Offline-Verbindungseinrichtungs-Besitzrecht einrichtet, ist es imstande fehlerhafte Kommunikations-Anforderungsnachrichten mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ zu übertragen und fehlerhafte Kommunikations-Antwortnachrichten mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ zu empfangen.

Während des Kommunikationsfehlerzustandes braucht ein Knoten, der dieses Merkmal unterstützt, nur eine einzige Connection-ID zu verarbeiten; Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“. Ein fehlerhafter Knoten muss seine fehlerhaften Kommunikations-Antwortnachrichten über Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ erzeugen.

Offline-Verbindungseinrichtungs-Nachrichten haben eine geringe Priorität und können infolge von anderem Nachrichtenverkehr, Verzögerungen unterworfen sein.

5.2.4.2 Offline-Besitzrecht

Die Bilder 20 und 21 stellen die Schritte dar, die von einem Client (Tool) unternommen werden, um von der Offline-Verbindungseinrichtung das Besitzrecht zu erhalten.

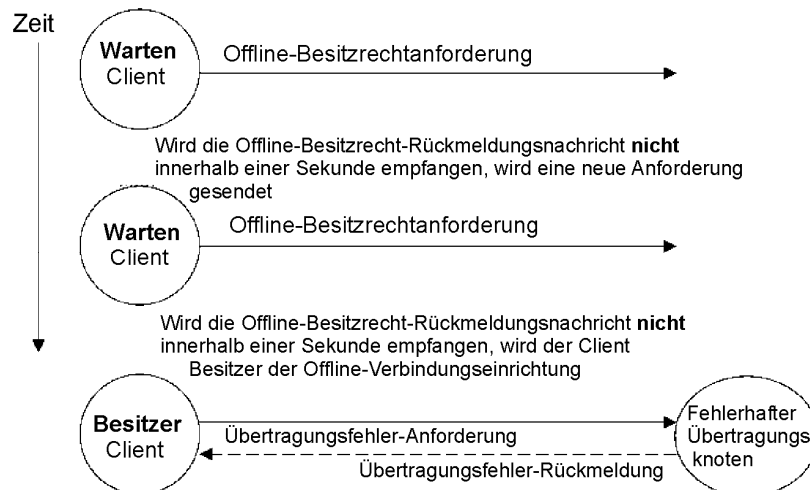


Bild 20 – Einrichtung des Offline-Besitzrechtes

Um Kontrolle über die Offline-Verbindungseinrichtung zu erhalten muss ein Client (Tool) seine Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht senden. Nach der erfolgreichen Übertragung muss der Client (Tool) auf eine Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht innerhalb einer Sekunde warten. Wenn keine Antwort empfangen wird, dann muss er eine zweite Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht erzeugen und eine weitere Sekunde warten. Wird keine Antwort empfangen, wird er der Besitzer der Offline-Anforderungsnachricht. Wenn während einer der beiden Wartezeiten eine Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht empfangen wurde, darf er nicht der Besitzer von der Offline-Verbindungseinrichtung werden und muss warten der Besitzer zu werden.

ANMERKUNG Zu jedem beliebigen Zeitpunkt darf nur ein Client-Tool den Besitz über die Offline-Verbindungseinrichtung haben.

In dem Fall, wenn ein Client (Tool) schon vorher den Besitz von einer Offline-Verbindungseinrichtung beansprucht hat und ein zusätzlicher Knoten sich für den Besitz entscheidet, muss der derzeitige Besitzer auf jegliche Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht mit einer Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht antworten.

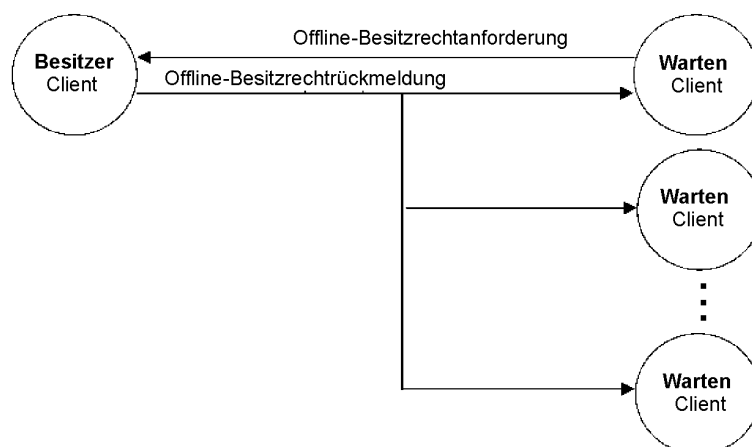


Bild 21 – Multicast-Charakter des Offline-Besitzrechtes

Ein wartender Client darf nach dem Empfang einer Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht mindestens zwei Sekunden lang nicht versuchen eine Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht zu senden.

5.2.4.3 Offline-Besitzrecht-Nachrichtem

5.2.4.3.1 Allgemeines

Die zwei Nachrichten, die verwendet werden, um die Offline-Verbindungseinrichtung zu verwalten werden nur von Client-Knoten erzeugt und verarbeitet, die diese Funktionsweise unterstützen. Diese Nachrichten werden nur bearbeitet solange der Client an einem Wiederherstellungsvorgang beteiligt ist, ansonsten werden sie vom Client nicht beachtet.

5.2.4.3.2 Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht (ausschließlich Client)

Um das Besitzrecht von der Offline-Verbindungseinrichtung zu erhalten, muss ein Client-Tool eine Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2F“ erzeugen, siehe Bild 22.

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]		Client MAC-ID					
1	A/A [0]	Zuweisung [0x4B]						
2	Vendor-ID						niedrigeres Byte	
3							höherwertigeres Byte	
4	Seriennummer						niedrigeres Byte	
5								
6								
7							höherwertigeres Byte	

Bild 22 – Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht

Nach der erfolgreichen Übertragung muss der Client (Tool) mindestens eine (1) Sekunde lang auf eine Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht warten. Wenn keine Antwort empfangen wird, dann muss er eine zweite Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht erzeugen und eine weitere Sekunde warten. Wird keine Antwort empfangen, wird er der Besitzer der Offline-Anforderungsnachricht. Wenn während einer der beiden

Wartezeiten eine Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht empfangen wurde, darf er nicht der Besitzer von der Offline-Verbindungseinrichtung werden und muss warten der Besitzer zu werden.

Sobald ein Client der Besitzer von einer Offline-Verbindungseinrichtung ist und er eine Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht empfängt, muss er innerhalb einer (1) Sekunde eine Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht erzeugen.

Wenn ein Client darauf wartet, ein Besitzer von einer Offline-Verbindungseinrichtung zu werden, darf er nicht schneller als alle zwei Sekunden eine Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht erzeugen. Diese zwei Sekunden Verzögerung muss ein Rücksetzen nach dem Empfang einer beliebigen Nachricht sein, die eine Verbindungs-ID von einer Offline-Besitzrechtanforderung oder -Besitzrechtantwort verwendet.

5.2.4.3.3 Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht (ausschließlich Client)

Das Format der Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht ist das gleiche wie das der Offline-Besitzrecht-Anforderungsnachricht, ausgenommen es wird eine Gruppe-4-Nachrichten-ID „2E“ erzeugt, siehe Bild 23, und das A/A-Bit ist gesetzt(1).

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]		Client MAC-ID					
1	A/A [1]		Zuweisung [0x4B]					
2	Vendor-ID						niedrigeres Byte	
3							höherwertigeres Byte	
4	Seriennummer						niedrigeres Byte	
5								
6								
7							höherwertigeres Byte	

Bild 23 – Das Protokoll der Offline-Besitzrecht-Antwortnachricht

Sobald ein Client (Tool) der Besitzer über eine Offline-Verbindungseinrichtung ist, darf er Kommunikationsfehler-Anforderungsnachrichten an alle fehlerhaften Knoten senden. Jegliche Knoten, die die Offline-Verbindungseinrichtung unterstützen, dürfen die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht nur während eines Kommunikationsfehlerzustandes bearbeiten.

5.2.4.4 Kommunikationsfehler-Nachrichten

5.2.4.4.1 Allgemeines

Alle Knoten in einem Kommunikationsfehlerzustand, die die Fehlerknoten-Wiederherstellung unterstützen, dürfen die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht empfangen, die mit Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ erzeugt wurde. Ist dies erfolgt, muss der fehlerhafte Kommunikationsknoten eine Kommunikationsfehler-Antwortnachricht mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ erzeugen.

Kommunikationsfehler-Anforderungsnachrichten werden von allen fehlerhaften Knoten, die diese Funktionsweise unterstützen, verarbeitet. Abhängig von der Anforderungsnachricht darf eine beliebige Anzahl von fehlerhaften Knoten auf eine einzige Anforderung antworten.

5.2.4.4.2 Kommunikationsfehler-Nachrichtenprotokolle

Um die Übertragungsfehler-Nachrichtenprotokolle zu unterstützen, muss ein Knoten die Netzwerk-Status- oder die gemeinsame Modul-/Netzwerk-Status-LED ansprechen, ebenso wie eine vom Netzwerk festlegbare MAC-ID unterstützen.

Das Protokoll von allen Kommunikationsfehler-Anforderungsnachrichten unterteilt sich in zwei Arten, Multicast-Protokoll (siehe Bild 24) und Punkt-zu-Punkt-Protokoll (siehe Bild 25).

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]	Übereinstimmung	Wert					
1	A/A [0]	Dienst						

Bild 24 – Multicast-Protokoll der Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

Das Multicast-Protokoll wird von einem Client verwendet, um Anfragen an alle fehlerhaften Kommunikationsknoten durchzuführen um deren Seriennummer und Vendor-ID zu ermitteln. Sobald diese Angaben dem Client bekannt sind, kann ein Punkt-zu-Punkt-Protokoll verwendet werden.

Erhält ein fehlerhafter Kommunikationsknoten eine Multicast-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht muss er folgende Überprüfungen durchführen, um zu entscheiden, ob er die Nachricht annehmen und bearbeiten soll;

Multicast-Übereinstimmungsprotokoll (en: Multicast match protocol)

WENN (en: IF) das Übereinstimmungsbit gesetzt (1) ist

UND (en: AND) der Wert gleich dessen MAC-ID ist

UND die Nachricht 2 Bytes lang ist

DANN (en: THEN) nimm die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht an und bearbeite sie

Multicast-Maskenprotokoll (en: Multicast mask protocol)

WENN das Übereinstimmungsbit zurückgesetzt (0) ist

UND der Wert (logisches UND mit seiner MAC-ID) gleich seiner MAC-ID ist

UND die Nachricht 2 Bytes lang ist

DANN nimm die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht an und bearbeite sie

Das Multicast-Maskenprotokoll (logisches UND) wird für Dialoge verwendet, in denen eine Reihe von MAC-ID's angefragt werden und beantwortet werden müssen. In Tabelle 9 werden einige, aber nicht alle, von den 64 möglichen Maskenwerten dargestellt.

Tabelle 9 – Auf Adressenauswertung basierende Maske

5	4	3	2	1	0	Fehlerhafte Knoten mit
1	1	1	1	1	1	MAC-ID < 64
0	1	1	1	1	1	MAC-ID < 32
0	0	1	1	1	1	MAC-ID < 16
0	0	0	1	1	1	MAC-ID < 8
0	0	0	0	1	1	MAC-ID < 4
0	0	0	0	0	1	MAC-ID < 2

Das Multicast-Maskenprotokoll wird verwendet, um die Anzahl der Nachrichten zu verringern, die an ein Teilnetz gesendet werden müssen, um zu ermitteln, ob und welche MAC-ID ein fehlerhafter Knoten besitzt.

Es folgt das Punkt-zu-Punkt-Protokoll.

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert (Dienstabhängige Verwendung)							
1	A/A [0]	Dienst						
2	Vendor-ID						niedrigeres Byte	
3							höherwertigeres Byte	
4	Seriennummer						niedrigers Byte	
5								
6								
7							höherwertigeres Byte	

Bild 25 – Punkt-zu-Punkt-Protokoll der Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

Empfängt ein fehlerhafter Kommunikationsknoten eine Point-to-Point Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht, muss er folgende Überprüfungen durchführen, um zu entscheiden, ob er die Nachricht annehmen und bearbeiten soll;

Punkt-zu-Punkt-Protokoll-Übereinstimmungsprotokoll

WENN die Nachricht 8 Bytes lang ist

UND die Seriennummer und die Vendor-ID mit den eigenen übereinstimmen

DANN nimm die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht an und bearbeite sie

Die folgenden Dienste sind zurzeit für die Kommunikationsfehler-Anforderungsnachrichten festgelegt.

Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Multicast-Protokoll:

Wird verwendet, wenn der Client versucht das Vorhandensein von fehlerhaften Kommunikationsknoten zu ermitteln, die die Merkmale der Offline-Verbindungseinrichtung im Teilnetz unterstützen.

Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll:

Wird verwendet, wenn der Client mehrere fehlerhafte Kommunikationsknoten in einem Teilnetz feststellt und er einen bestimmten fehlerhaften Kommunikationsknoten optisch anzeigen will.

Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht:

Wird verwendet, wenn der Client (einen) fehlerhafte(n) Kommunikationsknoten in einem Teilnetz festgestellt hat und er (dessen) deren Seriennummer und Vendor-ID ermitteln will.

MAC-ID-Austausch Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht:

Wird verwendet, wenn der Client einen bestimmten fehlerhaften Kommunikationsknoten festgestellt hat und dessen MAC-ID austauschen will und versucht hat, auf eine bestimmten MAC-ID Online zu kommen.

Ein Gerät, das die Kommunikationsfehler-Nachrichtenprotokolle ausführt, muss für alle vier der obigen Kommunikationsfehler-Nachrichtenprotokolle Unterstützung geben.

5.2.4.5 Identifizieren Kommunikationsfehler-Nachrichten

5.2.4.5.1 Allgemeines

Eine Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht darf der Client anfordern, entweder von;

- 1) allen fehlerhaften Kommunikationsknoten, oder
- 2) fehlerhaften Kommunikationsknoten mit einer oder mehreren spezifischen MAC-ID's, oder

3) einem fehlerhaften Kommunikationsknoten mit einer spezifischen Vendor-ID und Seriennummer.

5.2.4.5.2 Identifizieren Anforderungsnachricht – Multicast-Protokoll

Die Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Multicast-Protokoll muss mit einer Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ erzeugt werden, siehe Bild 26. Der Client erzeugt diese Nachricht wenn er versucht das Vorhandensein jeglicher Knoten im Kommunikationsfehlerzustand zu ermitteln.

Ist die Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht zwei (2) Bytes lang, müssen jegliche fehlerhafte Kommunikationsknoten, die diese Nachricht bearbeiten, antworten aber nicht mit ihren LED's blinken.

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]	Übereinstimmung	Wert					
1	A/A [0]	Identifizieren [0x4C]						

Bild 26 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Multicast-Protokoll

5.2.4.5.3 Identifizieren Antwortnachricht – Multicast-Protokoll

Das Format der Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht ist dasselbe, wie das der empfangenen Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht (mit der Übereinstimmung und denselben Informationswerten wie in der Information der empfangenen Anforderung), ausgenommen diese wurde mit Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ erzeugt, siehe Bild 27 und das A/A-Bit ist gesetzt (1). Die Antwortnachricht muss innerhalb von 100 ms nach dem Empfang der Anforderungsnachricht veranlasst werden.

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]	Übereinstimmung	Wert					
1	A/A [1]	Identifizieren [0x4C]						

Bild 27 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht

Antwortet mehr als ein Knoten auf die Anforderung, dann werden keine Kollisionen im Teilnetz auftreten. Das ergibt sich daraus, weil alle fehlerhaften Knoten dieselbe Nachricht (Verbindungs-ID und Datenfeld) erzeugen. Dennoch können mehrere Nachrichten vom Client empfangen werden, wenn mehr als ein Knoten antwortet.

5.2.4.5.4 Identifizieren Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll

Die Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll muss mit Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ erzeugt werden, siehe Bild 28. Stellt ein Client (Tool) fehlerhafte Kommunikationsknoten im Teilnetz fest und der Anwender wünscht eine optische Identifizierung eines fehlerhaften Knotens auf einer bestimmten MAC-ID, dann muss der Client (Tool) das Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll erzeugen.

		Inhalte						
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]	Übereinstimmung [0]	Wert [0x3f]					
1	A/A [0]	Identifizieren [0x4C]						
2	Vendor-ID							niedrigeres Byte
3								höherwertigeres Byte
4	Seriennummer							niedrigeres Byte
5								
6								
7								höherwertigeres Byte

Bild 28 – Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll

Ein Client muss immer „Übereinstimmung“ auf „0“ setzen und „Wert“ auf „3F“. Ein Server darf die Inhalte von Byte 0 ignorieren (Überprüfen der Vendor-ID und der Seriennummer sind für die Eindeutigkeit ausreichend).

WENN ein Knoten eine Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll annimmt UND im Kommunikationsfehlerzustand ist, muss er wie folgt antworten:

1. Blinken seiner zweifarbigen Netzwerk-Status LED oder der gemeinsamen Modul/Netzwerk-Status LED. Die Blinkfrequenz muss so sein, dass abwechselnd die rote LED für 250 ms an ist, gefolgt von der für 250 ms eingeschalteten grünen LED.
2. Erzeugen einer Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht innerhalb von 100 ms.

WENN ein Knoten ein Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll angenommen hat UND seine LED blinkt, darf er das Blinken seiner LED unter den folgenden Bedingungen beenden:

1. Innerhalb von 500 ms wird kein anderes Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll angenommen.
2. Ein anderes Identifizieren Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll wurde empfangen und NICHT angenommen (und eine andere Seriennummer oder Vendor-ID).

Nachdem der Knoten das Blinken seiner LED beendet hat, muss die Netzwerk-Status LED oder die gemeinsame Modul/Netzwerk-Status LED nach mindestens 500 ms aber weniger als einer (1) Sekunde abschalten, bevor zum bestimmungsgemäßen Betrieb zurückgekehrt wird.

5.2.4.5.5 Identifizieren Antwortnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll

Die Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht – Punkt-zu-Punkt-Protokoll ist dieselbe, wie die Identifizieren Kommunikationsfehler-Antwortnachricht – Multicast-Protokoll Antwort.

5.2.4.5.6 Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

Die Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht muss mit Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ erzeugt werden, siehe Bild 29. Die Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht wird verwendet, um die Seriennummer und die Vendor-ID eines fehlerhaften Kommunikationsknotens zu ermitteln.

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]	Übereinstimmung	Wert					
1	A/A [0]	Wer-Identifizierung [0x4B]						
2	Zeitverzögerungsbyte [0-6]							

Bild 29 – Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

WENN der empfangende Knoten;

1. im Kommunikationsfehlerzustand ist und
2. die Wer-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht erkennt und
3. die Übereinstimmung und die Kriterien des Werts erfüllt.

DANN muss der fehlerhafte Kommunikationsknoten

1. eine vom Wert des Zeitverzögerungsbytes abgeleitete Zeitdauer warten,
2. eine einzelne WER-Antwortnachricht mit der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ erzeugen und
3. im Kommunikationsfehlerzustand verbleiben.

Der Client muss die mit der Kommunikationsfehler-Antwortnachrichten-ID „2C“ erzeugte duplizierte MAC-ID Anforderungsnachricht verarbeiten, um somit die Seriennummer und die Vendor-ID des fehlerhaften Knotens zu ermitteln.

Die Genauigkeit der Wartezeit muss von der Zeitgebervorgabe des internen Zeitgebers innerhalb des fehlerhaften Kommunikationsknotens abhängig sein.

Die Zeitspanne, die der fehlerhafte Knoten wartet bevor er antwortet, wird folgt bestimmt:

1. Erhalten des Werts des Zeitverzögerungsbytes innerhalb der Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht (die gültigen Werte sind 0-6),
2. die Verwendung dieses Werts als Zeitversatz zur WER-Antwortnachricht (in Bild 30 dargestellt), dann
3. Multiplizieren des Bytewerts dieses Zeitversatzes mit 50 ms und
4. die Antwort um diese Zeitdauer verzögern.

5.2.4.5.7 WER-Kommunikations-Antwort

Die anschließend an die festgelegte Verzögerung erzeugte WER-Antwortnachricht ist dasselbe Protokoll wie eine duplizierte MAC-ID Anforderungsnachricht, ausgenommen diese wurde mit Gruppe-4-Nachrichten-ID „2C“ erzeugt, siehe Bild 30.

Byte	Inhalte							
	7	6	5	4	3	2	1	0
0	A/A [0]	Physische Portnummer						
1	Vendor-ID							niedrigeres Byte
2								höherwertigeres Byte
3	Seriennummer							niedrigeres Byte
4								
5								
6								höherwertigeres Byte

Bild 30 – WER-Rückmeldungsnachricht

5.2.4.5.7.1 MAC-ID-Austausch Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

Ziel von dieser Nachricht ist es, die MAC-ID eines Knoten im Kommunikationsfehlerzustand zu ändern. Diese Nachricht muss unter Verwendung der Gruppe-4-Nachrichten-ID „2D“ erzeugt werden, siehe Bild 31.

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Reserviert [0]		Wert [Neue MAC-ID]					
1	A/A [0]	Austausch MAC-ID [0x4D]						
2	Vendor-ID							niedrigeres Byte
3								höherwertigeres Byte
4	Seriennummer							niedrigeres Byte
5								
6								
7								höherwertigeres Byte

Bild 31 – MAC-ID-Austausch Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht

Knoten, die das MAC-ID-Austausch Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht Merkmal unterstützen, dürfen keine Kommunikationsfehler-Antwortnachricht erzeugen.

WENN der empfangende Knoten

1. im Kommunikationsfehlerzustand ist UND
2. die MAC-ID Austausch-Kommunikationsfehler-Anforderungsnachricht erfasst UND
3. prüft, dass die Seriennummer und die Vendor-ID mit seinen eigenen übereinstimmt,

DANN wird der fehlerhafte Knoten

1. seine eigene MAC-ID gegen die neue MAC-ID tauschen UND
2. den Zustand der duplizierten Absender MAC-ID einnehmen (siehe 5.4.3).

Wenn der Knoten mit der neuen MAC-ID an der Überprüfung der duplizierten MAC-ID scheitert, behält er die neue MAC-ID bei und verfällt wieder in den Fehlerzustand.

prEN 62026-3:2006

Die Inhalte der Bits 6 und 7 von Byte Null (0) werden von dem fehlerhaften Knoten ignoriert. Die Erzeugung eines anderen Werts als Null an dieser Stelle ist ein Clientfehler, der eine Nichtübereinstimmung anzeigt.

5.2.5 Geräte-Bereitschaft (en: device heartbeat)

5.2.5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt das Protokoll fest, das zu der optionalen Geräte-Bereitschaftsmeldung gehört. Die Geräte-Bereitschaftsmeldung wird durch das Identitätsobjekt (en: identity object) welches in 5.3.2 festgelegt ist, veranlasst.

Die Geräte-Bereitschaftsmeldung ist optional.

5.2.5.2 Geräte-Bereitschaftsmeldung

Diese Nachricht sendet an alle (en: broadcast) den augenblicklichen Status des Geräts. Diese Nachricht wird durch ein UCMM fähiges Gerät als eine unverbundene Antwortnachricht (Nachrichtengruppe 3, Nachrichten-ID 5) und von einem ausschließlich-Gruppe-2-Server als unverbundene Antwortnachricht (Nachrichtengruppe 2, Nachrichten-ID 3) übertragen. Das Format der Bereitschaftsmeldung wird in Bild 32 dargestellt.

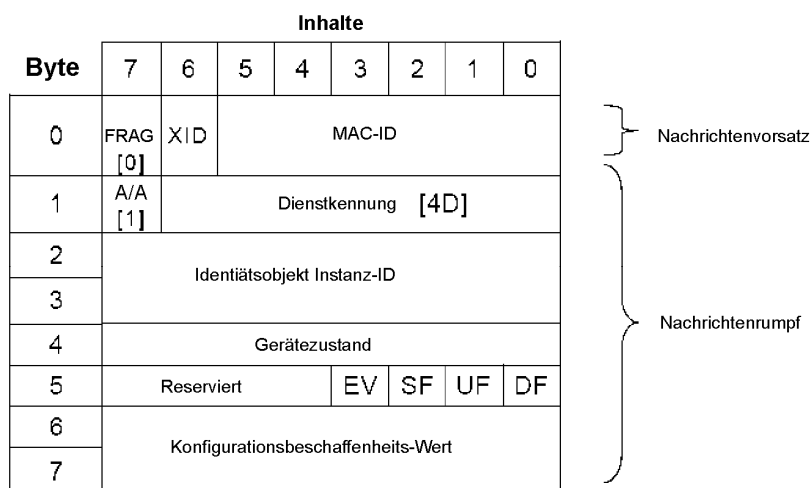


Bild 32 – Geräte-Bereitschaftsmeldung

5.2.5.3 Datenblock (en: data frame) Inhalte, Geräte-Bereitschaftsmeldung

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Die Bereitschaftsmeldung wird unaufgefordert an alle gesendet; es gibt keine Ziel MAC-ID. Die Quellen MAC-ID wird im Nachrichtenvorsatz festgelegt. Dies ist eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, dass der Nachrichtenvorsatz nicht die gleiche MAC-ID wie das CAN-Bezeichnerfeld (en:CAN identifier field) beinhalten darf.
- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht.
- **Dienstkennung (4D_{Hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als eine Geräte-Bereitschaftsnachricht.
- **Identitätsobjekt-Instanz-ID:** Die Instanz-ID des Identitätsobjekts erzeugt die Bereitschaftsnachricht. Dieses Feld muss zwei Bytes lang sein.
- **Gerätezustand:** Attribut 8 der dazugehörigen Identitätsobjekt Instanz. Wird das Attribut 8 nicht unterstützt, dann muss der Gerätstatus den Wert „3“ annehmen (Gerät betriebsbereit).
- **EV (en: Event Flag):** Die Verwendung der Ereignisanzeige ist noch in der Entwicklung. Dieses Flag wird durch den Empfänger ignoriert und muss vom Sender auf Null gesetzt werden.

- **SF (en: System Fault):** Der Systemfehler ist ein Fehler im Gerät, der durch Bus-Beeinflussung verursacht wird (z. B. Verbindungs-Zeitüberschreitung). Dieses Flag wird gesetzt, wenn ein Systemfehler auftritt.
- **UF (en: User Fault):** Der Anwenderfehler ist ein Fehler im Gerät, der durch Anwenderbeeinflussung verursacht wird. Dieses Flag wird gesetzt, wenn ein Anwenderfehler auftritt. Die Bedingungen, unter denen es gesetzt wird, sind anbieterspezifisch.
- **DF (en: Device Fault):** Ein Gerätefehler ist ein interner Fehler im Gerät, der nicht durch Bus- oder Anwenderbeeinflussung verursacht wurde (z. B. Hardwarefehler). Dieses Flag wird gesetzt, wenn ein Gerätefehler auftritt.
- **Reservierte Bits:** Die Verwendung ist noch in der Entwicklung. Diese Bits werden gegenwärtig durch den Empfänger ignoriert und müssen vom Sender auf Null gesetzt werden.
- **Konfigurationsbeschaffenheits-Wert (en: Configuration consistency value):** Attribut 9 der dazugehörigen Identitätsobjekt-Instanz. Wird das Attribut 9 nicht unterstützt, dann muss der Konfigurationsbeschaffenheits-Wert auf Null gesetzt sein.

5.2.6 Geräte-Abschaltnachricht

5.2.6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt das Protokoll fest, das zu der optionalen Geräte-Abschaltnachricht gehört. Die Geräte-Abschaltnachricht wird von einem Gerät erzeugt, wenn es in den Offline-Zustand übergeht.

Die Geräte-Abschaltnachricht ist optional.

5.2.6.2 Geräte-Abschaltnachricht

Diese Nachricht sendet an alle den Übergang eines Geräts in den Offline- oder in den Nicht-Vorhanden-Zustand. Diese Nachricht wird durch ein UCMM fähiges Gerät als eine unverbundene Antwortnachricht (Nachrichtengruppe 3, Nachrichten-ID 5) und durch einen ausschließlich-Gruppe-2-Server als eine unverbundene Antwortnachricht (Nachrichtengruppe 2, Nachrichten-ID 3). Im Bild 33 wird das Format der Geräte-Abschaltnachricht dargestellt.

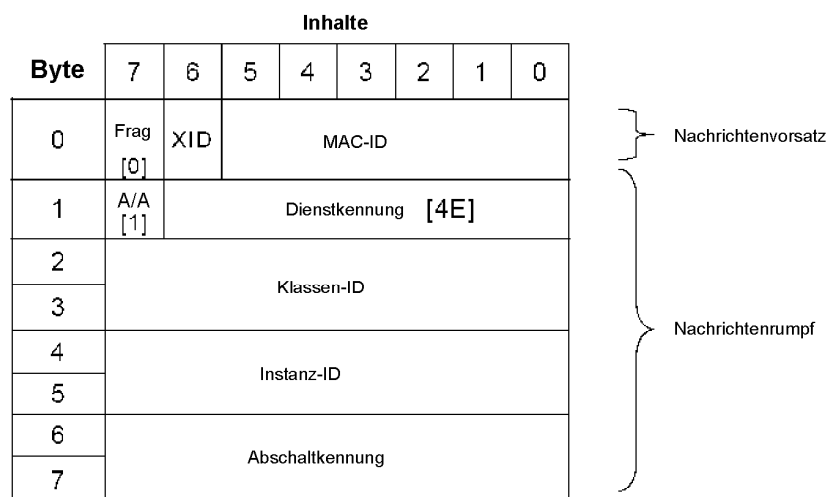


Bild 33 – Geräte-Abschaltnachricht

5.2.6.3 Datenblock Inhalte, Geräte-Abschaltnachricht

- **Frag (0)/Transaktions-ID/MAC-ID:** Die Abschaltnachricht wird unaufgefordert an alle gesendet, es gibt keine Ziel MAC-ID. Die Quellen MAC-ID wird im Nachrichtenvorsatz festgelegt. Dies ist eine Ausnahme von der allgemeinen Regel, dass der Nachrichtenvorsatz nicht die gleiche MAC-ID wie das CAN-Bezeichnerfeld beinhalten darf.
- **A/A-Bit (1):** Kennzeichnung als Antwortnachricht.
- **Dienstkennung (4E_{Hex}):** Kennzeichnet diese Nachricht als eine Geräte-Abschaltnachricht.
- **Klassen-ID / Instanz-ID:** Diese zwei Werte kennzeichnen die Objektklasse / Instanz, die für den Übergang des Geräts in den Offline-Zustand verantwortlich sind. Wird die Abschaltung nicht durch eine bestimmte Klasse verursacht, dann muss die Klassen-ID auf „0“ gesetzt sein. Beide Felder müssen 2 Bytes lang sein.
- **Abschaltcode (en: Shutdown Code):** Dieser Wert, der die Ursache für den Übergang des Geräts in den Offline-Zustand anzeigt, wird in den Tabellen 10 und 11 dargestellt.

Tabelle 10 – Abschaltcode-Bereiche der Geräte-Abschaltnachricht

Wert	Bedeutung
0 _{Hex} – 1FF _{Hex}	Offen
200 _{Hex} – 2FF _{Hex}	Anbieterspezifisch
300 _{Hex} – 4FF _{Hex}	Objektklassenspezifisch
500 _{Hex} – FFFF _{Hex}	Von DeviceNet für spätere Nutzung reserviert

Tabelle 11 – Abschaltcodes der Geräte-Abschaltnachricht „Offen“

Wert	Bedeutung
0	Reserviert
1	Bedienerabschaltung
2	Bedienerrücksetzen
3	Fernabschaltung
4	Fernrücksetzen
5	Interner Diagnosefehler
6	Ressourcen-Zuordnungsfehler
7 – 1FF _{Hex}	Reserviert

5.2.7 Erkennungsprotokoll einer doppelt vergebenen MAC-ID

Jeder DeviceNet Knoten muss eine MAC-ID zugewiesen bekommen und muss an dem doppelten MAC-ID Erkennungsalgorithmus, wie in 5.3.6 festgelegt, teilnehmen.

Um die Überprüfungsnachricht nach einer doppelt vergebenen MAC-ID zu erkennen, wird innerhalb der Gruppe 2 ein bestimmter Nachrichten-ID-Wert festgelegt (siehe Bild 34).

Bezeichnerbits										Bedeutung der Nachrichten-ID	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
1	0	MAC-ID						Gruppe 2 Nachrichten-ID		Gruppe-2-Nachrichten	
1	0	Ziel-MAC-ID						1	1	1	Doppelt vergebene MAC-ID-Überprüfungsnachricht

Bild 34 – CAN-Bezeichnerfeld der Überprüfung nach einer doppelt vergebenen MAC-ID

Das zu der Überprüfungsnachricht nach einer doppelt vergebenen MAC-ID gehörende Datenfeld hat das in Bild 35 dargestellte Format:

Inhalte								
Byte	7	6	5	4	3	2	1	0
0	A/R [0]	Physische Portnummer						
1	Hersteller-ID							niedrigeres Byte
2								höherwertigeres Byte
3	Seriennummer							niedrigeres Byte
4								
5								
6								höherwertigeres Byte

Bild 35 – Datenfeldformat der Überprüfungsnachricht nach einer doppelt vergebenen MAC-ID

Das Datenfeld der Überprüfungsnachricht nach einer doppelt vergebenen MAC-ID enthält:

- **A/A-Bit:** Anforderungs-/Antwortbit. Der Wert in diesem Feld zeigt an, ob dies eine doppelte MAC-ID Überprüfungsnachricht-Anforderung oder -Antwort ist-
 „0“ = Anforderung
 „1“ = Antwort
- **Physische Portnummer:** Jedem physischen DeviceNet-Anschluss (en: port) eines Geräts wird ein interner Identifikationswert zugewiesen. Geräte mit einem einzelnen Port müssen in diesem Feld den Wert Null (0) hinterlegen,
- **Hersteller-ID:** Ein Feld mit einer 16-bit-Zahl (UINT), welches den Identifizierungscode des Geräteherstellers enthält, das die Nachricht überträgt;
- **Seriennummer:** Siehe 3.1.42.

5.2.8 Schnellverbindung (en: quick connect)

Die Funktion der Schnellverbindung ist eine knotenseitig freigegebene Option. Ist diese freigegeben, dann erfolgt der Wechsel des Geräts in den Online-Zustand gleichzeitig mit dem Senden der ersten Anforderung auf eine Überprüfung nach einer doppelt vergebenen MAC-ID. Zu jeder Zeit, wenn das Gerät eine doppelte MAC-ID-Antwortnachricht empfängt, erfordert es noch das Ausführen des Netzwerk-STD, einschließlich Wechsels in den Offline-Zustand.

Wichtig: Obwohl diese Funktion einem Gerät erlaubt, die Netzwerkaktivitäten schneller aufzunehmen, nimmt es, auf Kosten einer Verzögerung, am doppelten MAC-ID Erkennungsalgorithmus teil. Der Anwender ist darauf angewiesen, um die Sicherheit zu haben, dass keine Knoten mit derselben MAC-ID vorhanden sind und dass nicht mehr als ein Client-Gerät so konfiguriert ist, auf das gleiche Gerät, das die vordefinierte Master/Slave-Verbindungseinrichtung verwendet, zuzugreifen. Wenn einer dieser beiden Zustände vorkommt kann ein Bus-Fehler auftreten.

prEN 62026-3:2006

Diese Funktion wird innerhalb eines Geräts durch ein permanentes Attribut in dem DeviceNet Objekt freigegeben. Am Gerät muss diese Funktion als Fabrikvoreinstellung abgeschaltet sein (Attribut auf „0“ gesetzt).

5.3 DeviceNet Kommunikationsobjekt-Klassen

5.3.1 Allgemeines

Die DeviceNet-Kommunikation in einem Knoten ist als eine Sammlung von Objekten aufgebaut: DeviceNet Kommunikationsobjekte verwalten und gewährleisten den Nachrichtenaustausch.

Ein Objekt ist eine abstrakte Darstellung einer Datenstruktur innerhalb eines Knotens. Eine Objektklasse ist eine Gruppe von Objekten, die alle denselben Objekttyp darstellen. Eine Objektinstanz ist die aktuelle Ausführung eines einzelnen Objekts innerhalb einer Klasse. Jede Instanz einer Klasse hat dieselbe Gruppe von Attributen, aber ihre eigene jeweilige Einstellung der Attributwerte.

Eine Objektinstanz und/oder eine Objektklasse haben Attribute, unterstützen Dienste und implementieren eine Vorgehensweise.

Attribute sind die Kennwerte eines Objekts und/oder einer Objektklasse. Attribute liefern Statusinformationen oder bestimmen die Funktion eines Objekts. Die Dienste werden aufgerufen, um das Objekt oder die Objektinstanz zu veranlassen einen Auftrag auszuführen. Das Verhalten eines Objekts zeigt an, wie es auf die einzelnen Ereignisse reagiert.

Die wichtigsten Kommunikationsobjekte, die von DeviceNet verwendet werden, sind in diesem Abschnitt aufgeführt.

Die Objektklassencodes und deren Bezeichnung sind in IEC 61158-6-2, 4.1.10.2.1, festgelegt. Die Datentypfestlegung und die Verschlüsselung sind in IEC 61158-5-2, Abschnitt 5, und IEC 61158-6-2, 4.2, und Abschnitt 5 festgelegt.

5.3.2 Festlegung der Identitätsobjekt-Klasse (Klassen-ID-Code: 01_{Hex})

Das Identitätsobjekt erkennt und liefert allgemeine Informationen über den Knoten.

Das Identitätsobjekt ist vollständig festgelegt in IEC 61158-5-2, 6.2.1.2.2 und IEC 61158-6-2, 4.1.8.2.

5.3.3 Festlegung der Klasse von nachrichtenvermittelnden Objekten (Klassen-ID-Code: 02_{Hex})

Das Message-Router-Objekt (de: nachrichtenvermittelndes Objekt) stellt einen Nachrichtentransfer-Verbindungspunkt bereit, durch den ein Client einen Dienst an jede Objektklasse adressieren oder den Vorgang in dem Knoten belassen kann.

Das Message-Router-Objekt ist vollständig festgelegt in IEC 61158-5-2, 6.2.1.2.4, und IEC 61158-6-2, 4.1.8.3.

5.3.4 Festlegung der Objekt-Klasse des DeviceNet (Klassen-ID-Code: 03_{Hex})

Das DeviceNet-Objekt liefert die Konfiguration und den Status eines physischen DeviceNet-Anschlusses (en: DeviceNet Port). Ein Produkt muss ein DeviceNet-Objekt über physischen Verbindungsanschluss versorgen.

Das DeviceNet-Objekt ist festgelegt in IEC 61158-4-2, 7.7. Dabei sind die Attribute und die gemeinsamen Dienste für die DeviceNet-Objekt-Klasse und -Instanzen mit einbezogen.

Spezifische Dienste der DeviceNet-Objekt-Klasse, welche für die Zuordnung und die Freigabe der vordefinierten Master/Slave-Verbindung verwendet werden, sind in 5.5.3 festgelegt.