

HANDBUCH

EMFA

CAN-INLINEADAPTER FÜR WÄGEZELLEN

Betriebsanleitung mit Beschreibung der CANopen-Schnittstelle



Dokument	Version	Datum	Gilt für
Betriebsanleitung CANopen	V00x	09/2026	EMFA, Protokoll CANopen, Firmware V1.1

Der EMFA sitzt zwischen einer analogen DMS-Wägezelle und dem CAN-Bus: Er speist die Wägezelle, wandelt ihr mV/V-Signal mit 24 bit und gibt es über CANopen aus. Kapitel 3 und 4 beschreiben Gerät und Anschluss, Kapitel 5 bis 7 die CANopen-Schnittstelle, das Objektverzeichnis und alle Befehle mit Beispielrahmen.



Inhalt

1 Allgemeines	3
1.1 Zu dieser Anleitung	3
1.2 Haftung	3
1.3 Schreibweisen und Datentypen	3
1.4 Begriffe und Abkürzungen	3
2 Sicherheitshinweise	4
3 Produktbeschreibung	4
3.1 Funktion	4
3.2 Kenndaten	4
3.3 Abmessungen	5
4 Anschluss und Inbetriebnahme	5
4.1 Benötigte Ausrüstung	5
4.2 Anschlussbelegung	6
4.3 Wägezelle anschließen	6
4.4 Spannungsversorgung	6
4.5 CAN-Bus und Abschlusswiderstand	6
4.6 Erste Inbetriebnahme	6
5 CANopen-Schnittstelle	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Knotennummer	7
5.3 Netzwerkmanagement (NMT)	7
5.4 Prozessdatenobjekte (PDO)	7
5.5 Servicedatenobjekte (SDO)	8
5.6 Notfallnachrichten (EMCY)	9
6 Objektverzeichnis	10
6.1 Kommunikationsbereich	10
6.2 Herstellerbereich	11
7 Befehle	12
7.1 Geräteerkennung	12
7.2 Allgemeine Parameter	12
7.3 Kommunikation	13
7.4 Layer Setting Services (LSS)	15
7.5 Messwerte lesen	16
7.6 Tara setzen und zurücksetzen (3005h:01h)	17
7.7 Sonstige Befehle	18
8 Meldungen und Fehlerwerte	19

1 Allgemeines

1.1 Zu dieser Anleitung

- Diese Anleitung beschreibt den Anschluss des EMFA und seine Bedienung über das Protokoll CANopen: Netzwerkmanagement, Prozess- und Servicedatenobjekte, das Objektverzeichnis und jeden Befehl mit einem Beispielrahmen.
- Sie beschreibt den Funktionsumfang der Firmware V1.1. Die Benutzerparameter (Abschnitt 7.7.5) und das Abschalten von RPDO1 gibt es erst ab dieser Version.
- Der EMFA lässt sich von CANopen auf das Protokoll J1939 umschalten (Abschnitt 7.3.3). J1939 ist in dieser Anleitung nicht beschrieben, sondern in einer eigenen Unterlage.
- Die technischen Daten stehen im Datenblatt des EMFA; Kapitel 3 fasst sie zusammen.
- Die Anleitung ist Produktbestandteil. Bewahren Sie sie für alle Benutzer zugänglich auf und lesen Sie sie vor Anschluss und Inbetriebnahme.

1.2 Haftung

Die Angaben in dieser Anleitung sind mit Sorgfalt zusammengestellt; Änderungen ohne Ankündigung bleiben vorbehalten. Für Schäden durch Unfall, Missbrauch, bestimmungswidrige Verwendung, eigenmächtige Veränderungen oder Reparaturen oder das Nichtbeachten dieser Anleitung wird keine Haftung übernommen.

1.3 Schreibweisen und Datentypen

- Hexadezimale Werte tragen das Suffix „h“ (z. B. **9Ch**); Zahlen ohne Suffix sind dezimal.
- Alle Daten werden im Little-Endian-Format übertragen, also das niederwertigste Byte zuerst. Deshalb steht der Index **3004h** im Rahmen als **04h 30h**.
- Soweit nicht anders angegeben, werden alle Parameter und Ergebnisse als vorzeichenbehaftete 32-bit-Ganzzahl übertragen.

Kürzel	Datentyp	Wertebereich
UI8	vorzeichenlose 8-bit-Ganzzahl	0 ... 255
UI16	vorzeichenlose 16-bit-Ganzzahl	0 ... 65535
UI32	vorzeichenlose 32-bit-Ganzzahl	0 ... 4294967295
I32	vorzeichenbehaftete 32-bit-Ganzzahl	–2147483648 ... 2147483647
R32	32-bit-Gleitkommazahl nach IEEE 754	$\approx \pm 3,4 \times 10^{38}$
RO · RW · WO · Const	nur lesen · lesen und schreiben · nur schreiben · fest	

1.4 Begriffe und Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
bps, kbps	Bit pro Sekunde, Kilobit pro Sekunde (Datenrate)
CAN	Controller Area Network; Kommunikationsbus für Fahrzeuge und Automatisierung
CANopen	übergeordnetes Kommunikationsprotokoll der Organisation CAN in Automation (CiA)
Client-Server	Kommunikation, die der Client mit einer Anfrage beginnt; der Server antwortet immer
COB, COB-ID	Kommunikationsobjekt (eine oder mehrere CAN-Nachrichten) und dessen Kennung
Bestätigter Dienst	Nachricht, deren Empfang der Empfänger quittiert (im Gegensatz zum unbestätigten Dienst)
DLC	Data Length Code; Anzahl der Datenbytes eines CAN-Rahmens
ECU	Electronic Control Unit; hier der EMFA
FDC	Anwendung zur Analyse und Konfiguration des Geräts am PC
Heartbeat	periodische CANopen-Nachricht, die zeigt, dass ein Teilnehmer noch am Netz ist
Index, Sub-Index	16-bit-Adresse im Objektverzeichnis, bei Feldern und Records um einen 8-bit-Sub-Index erweitert
J1939	übergeordnetes Kommunikationsprotokoll der Society of Automotive Engineers (SAE)
LSB, MSB	niederwertigstes bzw. höchstwertiges Byte einer Zahl
LSS	Layer Setting Services; Einstellen von Knotennummer und Baudrate
Knotennummer (Node ID)	eindeutige Kennung eines Teilnehmers am Bus
NMT	Network Management; Zustandssteuerung der Teilnehmer
NVM	nichtflüchtiger Speicher; behält die Daten ohne Versorgung
Objektverzeichnis	Liste aller Kommunikations- und Anwendungsparameter eines CANopen-Geräts

Begriff	Bedeutung
PDO, TPDO, RPDO	Prozessdatenobjekt (unbestätigt, hohe Priorität); gesendetes bzw. empfangenes PDO
RTR	Remote Transmission Request; fordert die Daten eines Teilnehmers an
SDO	Servicedatenobjekt; bestätigter Client-Server-Zugriff auf das Objektverzeichnis

2 Sicherheitshinweise

Achtung! Diese Anleitung vor Betrieb oder Wartung des Geräts lesen und befolgen. Nur geschultes Personal darf das Gerät bedienen, reinigen, prüfen, warten oder daran arbeiten. Vor dem Reinigen und vor Wartungsarbeiten das Gerät immer von der Versorgung trennen.

Warnung! Nur Fachpersonal darf Wartungsarbeiten ausführen. Prüfungen und Einstellungen unter Spannung mit Vorsicht ausführen – bei Nichtbeachtung drohen Verletzungen.

Warnung! Vor dem Anschließen oder Trennen von Leitungen zwischen elektronischen Geräten die Versorgung abschalten und mindestens 30 Sekunden warten. Sonst können Geräte beschädigt oder zerstört werden, und es drohen Verletzungen.

Achtung! Das Gerät enthält elektrostatisch empfindliche Bauteile; die Vorsichtsmaßnahmen im Umgang damit beachten.

Für Ersatzteile, Auskünfte und Service wenden Sie sich an octogon.

3 Produktbeschreibung

3.1 Funktion

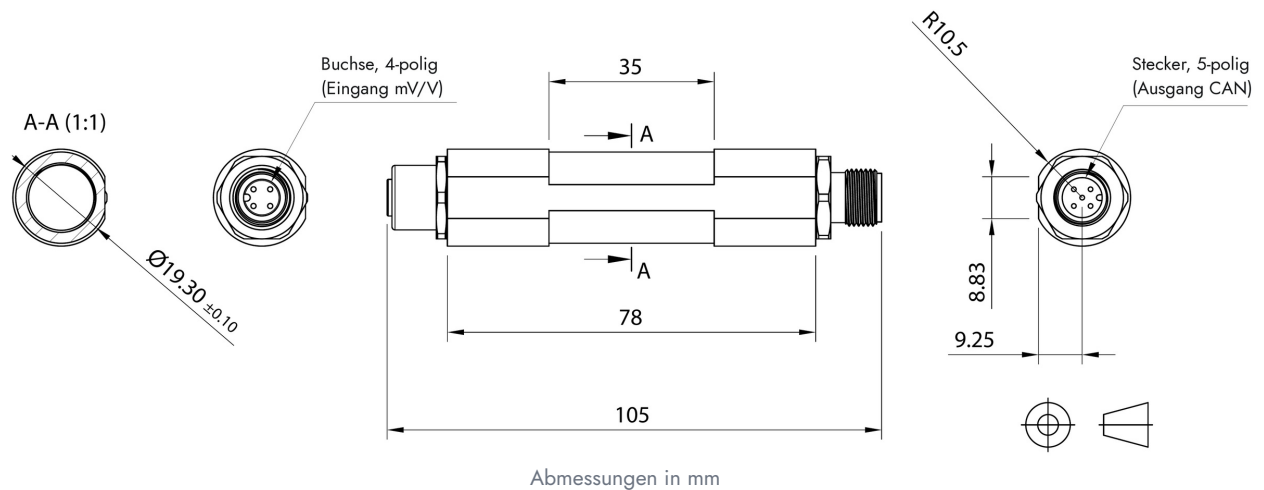
Der EMFA ist ein Digitalisierer für DMS-Wägezellen mit einem 24-bit-Delta-Sigma-A/D-Wandler, für Wäge- und Kraftmessungen vor allem in Fahrzeugen und Arbeitsmaschinen. Er speist die Wägezelle mit 5 V, misst ihr mV/V-Signal und überträgt es über CAN, wahlweise mit CANopen (10 kbps bis 1 Mbps) oder J1939. Der 120- Ω -Abschlusswiderstand ist eingebaut und wird über den Bus zu- oder abgeschaltet.

Bauteile ausgelegt für Regelung Nr. 10, ISO 13766:2018 und ISO 14982:1998; das Gerät selbst ist dafür nicht zertifiziert – die Eignung prüft der Anwender.

3.2 Kenndaten

Merkmal	Wert
Eingang	1 DMS-Wägezelle, Brückenausgang mV/V, 4- oder 6-Leiter
Messbereich	± 3 mV/V
Brückenspeisung	5 V DC
Brückenwiderstand	87,5 ... 1100 Ω (z. B. 1 $\times$ 350, 4 $\times$ 350, 4 $\times$ 1100 Ω)
A/D-Wandler	24 bit, Delta-Sigma
Filter	wählbar: gleitender Mittelwert oder IIR
Messrate CANopen	5 ... 2500 Messungen/s
Protokoll	CANopen oder J1939, umschaltbar
Baudrate CANopen	10, 20, 50, 125, 250, 500, 800, 1000 kbit/s
Abschlusswiderstand	120 Ω , über CAN zuschaltbar
Versorgungsspannung	9 ... 36 V DC, über den M12-Stecker CAN
Betriebstemperatur	-20 ... +70 °C
Lagertemperatur	-40 ... +125 °C
Anschlüsse	M12-Buchse 4-polig (Wägezelle) · M12-Stecker 5-polig (CAN und Versorgung)
Gehäuse	Edelstahl 17-4PH, IP67 nach EN 60529
Abmessungen, Gewicht	$\varnothing 21 \times 105$ mm, ca. 120 g

3.3 Abmessungen



Info! Den EMFA befestigen, etwa mit Rohrschellen oder einem Halter – nicht nur an den Kabeln hängen lassen.

4 Anschluss und Inbetriebnahme

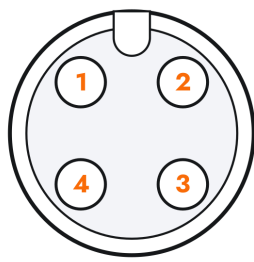
4.1 Benötigte Ausrüstung

- einen USB-CAN-Umsetzer für CANopen,
- eine Wägezelle bzw. Waage mit Prüfgewichten oder einen Wägezellensimulator,
- ein Netzteil 12 ... 24 V DC, das etwa 100 mA liefern kann,
- eine geeignete Software, z. B. die FDC-Anwendung zur Analyse und Konfiguration.

Info! Die FDC-Anwendung ist mit dem USB-CAN-Adapter von PEAK-System entwickelt. Wird sie mit CANopen oder J1939 genutzt, ist dieser Adapter zu verwenden.

4.2 Anschlussbelegung

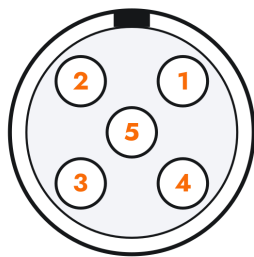
Eingang Wägezelle · M12-Buchse, 4-polig



M12-Buchse, 4-polig · Nut oben

1	+EXC	+ Speisung
2	+SIG	+ Signal
3	–EXC	– Speisung
4	–SIG	– Signal

Ausgang CAN · M12-Stecker, 5-polig



M12-Stecker, 5-polig · Nut oben

1	–	nicht belegt
2	+VDC	Versorgung 9 ... 36 V DC
3	GND	Masse
4	CAN_H	CAN High
5	CAN_L	CAN Low

Links die Wägezelle an der 4-poligen M12-Buchse, rechts CAN-Bus und Versorgung am 5-poligen M12-Stecker. Maßgeblich ist das Typenschild des jeweiligen Geräts.

4.3 Wägezelle anschließen

Eine 4-Leiter-Wägezelle wird direkt an die Buchse angeschlossen. Bei einer 6-Leiter-Wägezelle wird die Fühlerleitung Sense+ mit Speisung + (EXC+) und Sense– mit Speisung – (EXC–) verbunden.

Kontakt	Signal	4-Leiter-Wägezelle	6-Leiter-Wägezelle
1	+EXC	Speisung +	Speisung + und Sense+
2	+SIG	Signal +	Signal +
3	–EXC	Speisung –	Speisung – und Sense–
4	–SIG	Signal –	Signal –

4.4 Spannungsversorgung

Der EMFA wird über den 5-poligen M12-Stecker versorgt, Kontakt 2 (+VDC, 9 ... 36 V DC) und Kontakt 3 (GND). Die Masse der Versorgung liegt auf demselben Potenzial wie die Kommunikation: Nur die vorgesehenen Kontakte für Versorgung und Rückleitung benutzen und alle Kommunikationsleitungen auf die Masse der Versorgung beziehen.

4.5 CAN-Bus und Abschlusswiderstand

Damit das CAN-Netz richtig arbeitet, muss am Ende beim Host und am entferntesten Punkt des Netzes je ein 120-Ω-Abschlusswiderstand zwischen CAN High und CAN Low liegen. Der EMFA hat einen eingebauten 120-Ω-Widerstand; ab Werk ist er zugeschaltet. Zu- und abgeschaltet wird er mit dem Parameter Abschlusswiderstand (Abschnitt 7.3.4).

4.6 Erste Inbetriebnahme

- Werkseinstellung: Knotennummer 1, Baudrate 500 kbps, Heartbeat aus, kein Selbststart, mV/V-Werte als Ganzzahl (× 10000), Filter gleitender Mittelwert über 16 Messungen bei 50 Messungen/s, Abschlusswiderstand zugeschaltet.
- Nach dem Einschalten sendet der EMFA seine Boot-up-Nachricht (**700h** + ID, Daten **00h**) und bleibt im Zustand Pre-operational.

- Mit dem NMT-Befehl Operational (**000h: 01h 00h**) beginnt er, TPDO1 mit dem mV/V-Signal zu senden. Soll er das nach jedem Einschalten von selbst tun, den Selbststart einschalten (Abschnitt 7.3.6).
- Geänderte Einstellungen mit „Einstellungen speichern“ (Abschnitt 7.7.3) in den nichtflüchtigen Speicher schreiben – sonst gehen sie beim nächsten Aus- und Einschalten verloren.

5 CANopen-Schnittstelle

5.1 Allgemeines

- Die CANopen-Schnittstelle entspricht CAN 2.0B mit 11-bit-Kennungen; die Baudrate ab Werk ist 500 kbps.
- Der EMFA erfüllt die Anforderungen an einen NMT-Slave nach CiA 302 DSP Teil 2: Network Management (Februar 2009).
- Beim ersten Anschluss an das Netz sendet er seine Boot-up-Nachricht (Heartbeat mit dem Zustand 0), danach – wenn eingeschaltet – periodische Heartbeat-Nachrichten.
- Ist der Selbststart eingestellt, geht er über Pre-operational in den Zustand Operational. Sonst bleibt er in Pre-operational und wartet auf NMT-Nachrichten oder SDO-Anfragen.
- Der EMFA arbeitet mit fester PDO-Zuordnung und einem einzigen, fest definierten SDO-Server.

5.2 Knotennummer

Jeder Teilnehmer am CANopen-Netz braucht eine eindeutige 7-bit-Knotennummer im Bereich 1 ... 127 (**7Fh**); die Knotennummer 0 ist dem NMT-Master vorbehalten. Eingestellt wird sie über SDO (Abschnitt 7.3.2) oder über LSS (Abschnitt 7.4.3).

5.3 Netzwerkmanagement (NMT)

Mit dem NMT-Protokoll werden die Teilnehmer in einen anderen Zustand versetzt; es meldet außerdem den Start eines Geräts und Fehlerzustände. Der EMFA unterstützt dafür:

Name	CAN-ID	DLC	Daten
Boot-up	700h + ID	1	00h (Initialisierung)
Heartbeat	700h + ID	1	04h Stopped · 05h Operational · 7Fh Pre-operational
NMT	000h	2	Byte 0: 01h Operational · 02h Stopped · 80h Pre-operational · 81h Reset Node · 82h Reset Communication; Byte 1: 00h alle Knoten oder 01h ... 7Fh Knotennummer

Der Zustand bestimmt, wie der Teilnehmer am Netz kommuniziert:

Zustand	erreicht durch	SDO	PDO
Initialisierung	Einschalten; danach Reset Node und Reset Communication, dann automatisch Pre-operational	–	–
Pre-operational	automatisch nach der Initialisierung; NMT 80h	ja	nein
Operational	NMT 01h; automatisch nach der Initialisierung, wenn der Selbststart eingeschaltet ist	ja	ja
Stopped	NMT 02h	nein	nein

Heartbeat-Nachrichten werden – wenn eingeschaltet – in Pre-operational, Operational und Stopped gesendet. Reset Node setzt die Einträge **2000h ... FFFFh** des Objektverzeichnisses zurück, Reset Communication die Einträge **1000h ... 1FFFh**. Aus jedem Betriebszustand führen NMT-Befehle in jeden anderen; Ausschalten oder Reset beenden jeden Zustand.

5.4 Prozessdatenobjekte (PDO)

PDO übertragen Mess- und Statuswerte in Echtzeit. Sie sind unbestätigt und haben eine höhere Priorität als SDO, gehen auf dem Bus also vor.

5.4.1 Gesendete PDO (TPDO)

Im Zustand Operational sendet der EMFA die TPDO bei bestimmten Ereignissen; sie können auch mit einem Remote Transmission Request (RTR) angefordert werden. Abgeschaltet wird ein TPDO, indem Bit 31 seiner COB-ID auf 1 gesetzt wird (**1800h:1** für TPDO1, **1801h:1** für TPDO2).

	TPDO1	TPDO2
Inhalt	Netto-mV/V-Signal und ECU-Status	Tarasignal und ECU-Status
COB-ID	180h + ID	280h + ID
Auslöser	Ereignis: neuer A/D-Messwert liegt vor	Ereignis: Befehl Tara setzen oder Tara zurücksetzen ausgeführt
Daten 0 ... 3	R32 oder I32 (nach Datenausgabe-Optionen): mV/V-Wert, SDO 3004h:02h	R32 oder I32 (nach Datenausgabe-Optionen): Tarasignal, SDO 3004h:04h
Daten 4	UI8: ECU-Status, SDO 3004h:03h	UI8: ECU-Status, SDO 3004h:03h
DLC	5	5

Info! Je nach Baudrate können die hohen Messraten (bis 2500 Messungen/s) mehr Daten erzeugen, als der CAN-Bus übertragen kann. Auch mehrere Teilnehmer am Netz oder niedrige Baudraten senken die Ausgaberate. Dann eine niedrigere Messrate einstellen (Abschnitt 7.2.1).

5.4.2 Empfangene PDO (RPDO)

Im Zustand Operational nimmt der EMFA RPDO1 an und führt damit Tara setzen oder zurücksetzen aus. RPDO1 wird abgeschaltet, indem Bit 31 seiner COB-ID (**1400h:1**) auf 1 gesetzt wird.

	RPDO1
Inhalt	Befehle Tara setzen und Tara zurücksetzen
COB-ID	200h + ID
Daten 0 (DLC = 1)	UI8: Tara setzen / zurücksetzen (Abschnitt 7.6), SDO 3005h:01h

5.5 Servicedatenobjekte (SDO)

SDO geben Zugriff auf alle Einträge des Objektverzeichnisses: Gerätedaten lesen, Einstellungen lesen und schreiben, Befehle ausführen. Das SDO-Protokoll ist ein bestätigter Client-Server-Dienst; ein SDO besteht aus zwei CAN-Rahmen mit verschiedenen Kennungen, der Anfrage des Clients und der Antwort des Servers. Der EMFA ist SDO-Server und unterstützt nur beschleunigte Übertragungen (ein Rahmen). SDO wirken nur in den Zuständen Pre-operational und Operational.

5.5.1 Aufbau des SDO-Rahmens

Anfrage und Antwort enthalten immer 8 Datenbytes (DLC = 8), gleich welche Daten sie tragen.

Rahmen	CAN-ID	D0	D1 D2	D3	D4 ... D7
Anfrage (Client an Server)	600h + ID	Befehl	Index	Sub-Index	Daten
Antwort (Server an Client)	580h + ID	Befehl	Index	Sub-Index	Daten

Das Befehlsbyte D0 ist weiter aufgeteilt (nur die vom EMFA unterstützten Dienste):

Bit	Zeichen	Bedeutung
7 ... 5	SP	Befehlskennung. Client: 1 = Schreiben einleiten, 2 = Lesen einleiten, 4 = Übertragung abbrechen. Server: 2 = Antwort auf Lesen, 3 = Antwort auf Schreiben, 4 = Übertragung abbrechen
4	T	Toggle-Bit; nur für segmentiertes Lesen – vom EMFA nicht benutzt
3 ... 2	N	ungenutzte Datenbytes (nur gültig bei E = S = 1): 0 = vier, 1 = drei, 2 = zwei, 3 = ein Datenbyte in der Übertragung
1	E	0 = segmentierte Übertragung (vom EMFA nicht benutzt), 1 = beschleunigte Übertragung (ein Rahmen)
0	S	0 = Datengröße nicht angegeben, 1 = Datengröße in Bit 3 ... 2 angegeben

Daraus ergeben sich die Befehlsbytes der Beispiele: **40h** Lesen; **23h, 2Bh, 2Fh** Schreiben von 4, 2 bzw. 1 Byte; **43h, 4Bh, 4Fh** Antwort mit 4, 2 bzw. 1 Byte; **60h** Schreiben bestätigt; **80h** Abbruch.

5.5.2 SDO-Abbruchcodes

Weil das SDO-Protokoll bestätigt ist, beantwortet der EMFA jede Anfrage. Kann er sie nicht ausführen, sendet er eine Abbruchnachricht mit der Befehlskennung **80h** und einem 32-bit-Abbruchcode in den Datenbytes:

Code	Bedeutung
05040001h	ungültige Bitkombination im Befehlsbyte
06010001h	Lesezugriff auf ein nur beschreibbares Objekt
06010002h	Schreibzugriff auf ein nur lesbares Objekt
06020000h	Objekt nicht im Objektverzeichnis (ungültiger Index)
06070010h	falsche Datenlänge beim Schreiben
06090011h	Sub-Index für dieses Objekt nicht vorhanden
06090030h	Wert beim Schreiben außerhalb des Wertebereichs
08000000h	allgemeiner Fehler (z. B. Anfrage nicht 8 Byte lang oder Daten ungleich null in einer Leseanfrage)
08000022h	Bedingungen für die Ausführung derzeit nicht erfüllt (z. B. EMFA nicht im Administratormodus)

5.6 Notfallnachrichten (EMCY)

Erkennt der EMFA einen Fehler im Gerät oder auf dem Bus, sendet er unaufgefordert eine Notfallnachricht mit den Einzelheiten:

	EMCY
COB-ID	80h + ID
Auslöser	Ereignis: eine neue Fehlerart wurde erkannt
Daten 0 ... 1	UI16: Fehlercode (Tabelle unten)
Daten 2	UI8: Fehlerregister, SDO 1001h:00h
Daten 3 ... 7	herstellerspezifische Daten
DLC	8

Fehlercode	Bedeutung
0000h	Fehler zurückgesetzt – gesendet, wenn alle Fehler behoben sind
5001h	Fehler im A/D-Wandler erkannt
5002h	Unterbrechung in einer Leitung der Wägezelle erkannt
5003h	Speisespannung der Wägezelle zu niedrig
8110h	CAN-Überlauf – eine Nachricht ist verloren gegangen
8120h	der CAN-Controller des EMFA ist im Zustand Error Passive
8140h	der CAN-Controller des EMFA hat sich von einem Bus-Off erholt
8150h	COB-ID-Kollision: ein anderes Gerät am Bus hat dieselbe Knotennummer
8210h	RPDO1 mit falscher Datenlänge empfangen
FF01h	nicht behebbarer Fehler im Speicher der Werkseinstellungen – Gerät einschicken
FF02h	Fehler im Speicher der Konfigurationsdaten – behebbbar durch neues Einstellen aller Benutzerparameter

6 Objektverzeichnis

Die folgenden Tabellen zeigen die Einträge des Objektverzeichnisses, die für den Zugriff auf die Daten des EMFA nötig sind. Datentypen und Zugriffsarten siehe Abschnitt 1.3.

6.1 Kommunikationsbereich

Index	Sub	Name	Typ	Zugriff	Standard	Hinweis
1000h	0	Gerätetyp	UI32	RO	0	kein Standard-Geräteprofil
1001h	0	Fehlerregister	UI8	RO	0	Bit 0 allgemeiner Fehler, Bit 4 Kommunikationsfehler, Bit 7 herstellerspezifischer Fehler
1003h		Fehlerliste				
	0	Anzahl der Fehler	UI8	RW	0	Anzahl lesen; 0 schreiben löscht die Liste
	1 ... 8	Fehlereintrag	UI32	RO	–	die letzten Fehler (gesendete EMCY)
1010h		Parameter speichern				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	4	
	1	alle Parameter speichern	UI32	RW	1	Einstellungen speichern (7.7.3)
	2	Platzhalter	UI32	RO	0	nicht unterstützt
	3	Platzhalter	UI32	RO	0	Einträge 6000h ... 9FFFh nicht unterstützt
	4	reserviert	UI32	RW	–	nicht beschreiben
1011h		Werkseinstellungen laden				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	1	
	1	alle Werkseinstellungen	UI32	RW	1	Werkseinstellungen laden (7.7.4)
1014h	0	COB-ID EMCY	UI32	RO	80h + ID	CAN-ID der Notfallnachricht
1017h	0	Heartbeat-Zeit (Producer)	UI16	RW	0	Zykluszeit in ms (7.3.5)
1018h		Identität				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	4	
	1	Hersteller-Kennung (Vendor ID)	UI32	RO	044Ah	
	2	Produktcode	UI32	RO	gerätespezifisch	Teilenummer der Anwendungsfirmware (7.1.1)
	3	Revisionsnummer	UI32	RO	versionsabhängig	Version der Anwendungsfirmware (7.1.2)
	4	Seriennummer	UI32	RO	–	Seriennummer des Geräts (7.1.3)
1026h		OS-Prompt				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	2	
	1	StdIn	UI8	WO	–	dem Hersteller vorbehalten
	2	StdOut	UI8	RO	–	dem Hersteller vorbehalten
1400h		RPDO1 Kommunikationsparameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	2	
	1	COB-ID RPDO1	UI32	RW	200h + ID	Bit 31 = 1 schaltet RPDO1 ab
	2	Übertragungsart	UI8	RO	FFh	asynchron
1600h		RPDO1 Zuordnung				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	Const	1	
	1	Zuordnung 1	UI32	Const	30050108h	Befehle Tara (7.6)
1800h		TPDO1 Kommunikationsparameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	2	
	1	COB-ID TPDO1	UI32	RW	180h + ID	Bit 31 = 1 schaltet TPDO1 ab
	2	Übertragungsart	UI8	RO	FEh	herstellerspezifisch
1801h		TPDO2 Kommunikationsparameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	2	

Index	Sub	Name	Typ	Zugriff	Standard	Hinweis
	1	COB-ID TPDO2	UI32	RW	280h + ID	Bit 31 = 1 schaltet TPDO2 ab
	2	Übertragungsart	UI8	RO	FEh	herstellerspezifisch
1A00h		TPDO1 Zuordnung				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	Const	2	
	1	Zuordnung 1	UI32	Const	30040220h	gefiltertes mV/V-Signal (7.5.2)
	2	Zuordnung 2	UI32	Const	30040308h	ECU-Status (7.5.3)
1A01h		TPDO2 Zuordnung				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	Const	2	
	1	Zuordnung 1	UI32	Const	30040420h	Tarasignal (7.5.4)
	2	Zuordnung 2	UI32	Const	30040308h	ECU-Status (7.5.3)
1F80h	0	NMT-Start	UI32	RW	4 (kein Selbststart)	Selbststart (7.3.6)

6.2 Herstellerbereich

Index	Sub	Name	Typ	Zugriff	Standard	Hinweis
3000h		Geräteerkennung				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	4	
	1	Teilenummer Bootloader	UI32	RO	–	7.1.4
	2	Version Bootloader	UI32	RO	–	7.1.5
3002h		Allgemeine Parameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	3	
	1	Messrate A/D-Wandler	I32	RW	50 (Hz)	7.2.1
	2	Filtertyp	I32	RW	2	digitaler Filter (7.2.2)
	3	Anlaufzeit	I32	RW	0	Zeit zur Stabilisierung (7.2.3)
3003h		Kommunikationsparameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	4	
	1	Baudrate	I32	RW	500000 (bps)	7.3.1
	2	Knotennummer	I32	RW	1	7.3.2
	3	Busprotokoll	I32	RW	–	CANopen oder J1939 (7.3.3)
	4	Abschlusswiderstand	I32	RW	1 (zugeschaltet)	7.3.4
3004h		Datenzugriff				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	5	
	1	Datenausgabe-Optionen	UI8	RW	0 (I32)	Ganzzahl oder Gleitkomma (7.5.1)
	2	gefiltertes mV/V-Signal	R32 / I32	RO	–	letzter gefilterter Wert (7.5.2)
	3	ECU-Status	UI8	RO	–	Statusbits (7.5.3)
	4	mV/V-Tarasignal	R32 / I32	RO	–	Tarawert (7.5.4)
	5	gefilterter A/D-Wert	I32	RO	–	letzter gefilterter A/D-Wert (7.5.5)
3005h		Tarasteuerung				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	1	
	1	Tara setzen / zurücksetzen	UI8	WO	–	7.6
3007h		Sonstiges				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	3	
	1	Systemreset	I32	WO	–	Warmstart (7.7.1)
	2	Passcode-Register	I32	WO	–	Administratormodus (7.7.2)
	3	reserviert	I32	WO	–	dem Hersteller vorbehalten
3008h		Benutzerparameter				
	0	Anzahl der Einträge	UI8	RO	4	
	1 ... 4	Benutzerparameter 1 ... 4	I32	RW	0	7.7.5

7 Befehle

Dieses Kapitel beschreibt alle Befehle, die der EMFA über SDO annimmt, jeweils mit einem Beispiel für Anfrage und Antwort. „ID“ steht für die Knotennummer. Aufbau des Rahmens und Befehlsbytes siehe Abschnitt 5.5.

7.1 Geräteerkennung

7.1.1 Teilenummer der Firmware lesen (1018h:02h)

Gibt die Teilenummer der Anwendungsfirmware zurück; sie ist zugleich der Produktcode für LSS. Der Wert ist gerätespezifisch – im Beispiel 112328.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	18h 10h	02h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	18h 10h	02h	C8h B6h 01h 00h

7.1.2 Version der Anwendungsfirmware lesen (1018h:03h)

Datenbyte 4 und 5: Nebenversion (LSB, MSB), Datenbyte 6 und 7: Hauptversion (LSB, MSB). Das Beispiel ergibt Version 1.0.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	18h 10h	03h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	18h 10h	03h	00h 00h 01h 00h

7.1.3 Seriennummer lesen (1018h:04h)

Gibt die Seriennummer des Geräts als vorzeichenlose 32-bit-Zahl zurück; im Beispiel 2052999.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	18h 10h	04h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	18h 10h	04h	87h 53h 1Fh 00h

7.1.4 Teilenummer des Bootloaders lesen (3000h:01h)

Im Beispiel Teilenummer 109960.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	00h 30h	01h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	00h 30h	01h	88h ADh 01h 00h

7.1.5 Version des Bootloaders lesen (3000h:02h)

Datenbyte 4: Nebenversion, Datenbyte 5: Hauptversion, Datenbyte 6 und 7: Kompatibilitätsnummer (LSB, MSB). Das Beispiel ergibt Version 2.1, Kompatibilitätsnummer 8177.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	00h 30h	02h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	00h 30h	02h	01h 02h F1h 1Fh

7.2 Allgemeine Parameter

7.2.1 Messrate des A/D-Wandlers (3002h:01h)

Liest und setzt die Messrate des A/D-Wandlers: 5 ... 2500 Messungen/s, ab Werk 50 Messungen/s. Die IIR-Filter haben eine feste Messrate; ist ein solcher Filter gewählt, bleibt das Schreiben ohne Wirkung (Abschnitt 7.2.2).

Lesen – die Antwort ergibt 125 Messungen/s:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	02h 30h	01h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	02h 30h	01h	7Dh 00h 00h 00h

Schreiben – 250 Messungen/s einstellen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	02h 30h	01h	FAh 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	02h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.2.2 Filtertyp (3002h:02h)

Liest und setzt den digitalen Filter. Ab Werk: 2 (gleitender Mittelwert über 16 Messungen). Die IIR-Filter haben je eine feste Messrate, bei den Mittelwertfiltern gilt die eingestellte Messrate (Abschnitt 7.2.1).

Wert	Filter
00h	ohne Filter
01h · 02h · 03h · 04h	gleitender Mittelwert über 8 · 16 · 32 · 64 Messungen
20h ... 25h	IIR, 40 Messungen/s, Grenzfrequenz 0,2 · 0,5 · 1 · 2 · 5 · 10 Hz
26h ... 2Dh	IIR, 600 Messungen/s, Grenzfrequenz 0,25 · 0,5 · 1 · 2 · 3 · 4 · 8 · 18 Hz

Die Werte innerhalb einer Zeile gehören der Reihe nach zusammen, z. B. **22h** = IIR, 40 Messungen/s, 1 Hz und **28h** = IIR, 600 Messungen/s, 1 Hz.

Lesen – die Antwort zeigt den Mittelwertfilter über 32 Messungen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	02h 30h	02h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	02h 30h	02h	03h 00h 00h 00h

Schreiben – IIR-Filter 600 Messungen/s, 1 Hz einstellen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	02h 30h	02h	28h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	02h 30h	02h	00h 00h 00h 00h

7.2.3 Anlaufzeit (3002h:03h)

Die Anlaufzeit ist die Zeit ab Einschalten oder Systemreset, in der das mV/V-Signal als Unterlaufwert –109 gemeldet wird, damit während der Stabilisierung keine falschen Werte entstehen. Bereich 0 ... 3600 s, ab Werk 0 s.

Lesen – die Antwort ergibt 15 s:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	02h 30h	03h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	02h 30h	03h	0Fh 00h 00h 00h

Schreiben – 30 s einstellen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	02h 30h	03h	1Eh 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	02h 30h	03h	00h 00h 00h 00h

7.3 Kommunikation

7.3.1 Baudrate (3003h:01h)

Liest und setzt die Baudrate in bit/s: 10000, 20000, 50000, 125000, 250000, 500000, 800000 oder 1000000, ab Werk 500000. Gespeichert mit „Einstellungen speichern“ wirkt die neue Baudrate nach dem nächsten Aus- und Einschalten oder Systemreset. Einstellbar auch über LSS (Abschnitt 7.4).

Lesen – die Antwort ergibt 500000 bps:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	03h 30h	01h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	03h 30h	01h	20h A1h 07h 00h

Schreiben – 1 Mbps einstellen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	03h 30h	01h	40h 42h 0Fh 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	03h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.3.2 Knotennummer (3003h:02h)

Liest und setzt die Knotennummer: **01h ... 7Fh**, ab Werk **01h**. Gespeichert wirkt sie nach dem nächsten Aus- und Einschalten oder Systemreset. Einstellbar auch über LSS (Abschnitt 7.4).

Lesen – die Antwort ergibt **33h**:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	03h 30h	02h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	03h 30h	02h	33h 00h 00h 00h

Schreiben – Knotennummer **0Fh** einstellen:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	03h 30h	02h	0Fh 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	03h 30h	02h	00h 00h 00h 00h

7.3.3 Busprotokoll (3003h:03h)

Schaltet zwischen CANopen (**12Dh**) und J1939 (**793h**) um. Gespeichert wirkt das neue Protokoll nach dem nächsten Aus- und Einschalten oder Systemreset. Zum Schreiben muss der EMFA im Administratormodus sein (Abschnitt 7.7.2).

„Werkseinstellungen laden“ ändert diesen Parameter nicht.

Lesen – die Antwort zeigt: CANopen nach dem nächsten Einschalten:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	03h 30h	03h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	03h 30h	03h	2Dh 01h 00h 00h

Schreiben – J1939 nach dem nächsten Einschalten:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	03h 30h	03h	93h 07h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	03h 30h	03h	00h 00h 00h 00h

7.3.4 Abschlusswiderstand (3003h:04h)

Liest und setzt den eingebauten 120-Ω-Abschlusswiderstand: 0 = abgeschaltet, 1 = zugeschaltet, ab Werk 1 (Abschnitt 4.5).

Lesen – die Antwort zeigt: abgeschaltet:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	03h 30h	04h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	03h 30h	04h	00h 00h 00h 00h

Schreiben – zuschalten:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	03h 30h	04h	01h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	03h 30h	04h	00h 00h 00h 00h

7.3.5 Heartbeat-Zeit (1017h:00h)

Der EMFA überwacht das Netz mit dem Heartbeat-Protokoll; die Nachricht wird – wenn eingeschaltet – in Pre-operational, Operational und Stopped gesendet. Node Guarding wird nicht unterstützt. Der Parameter ist die Zeit zwischen zwei Heartbeat-Nachrichten in ms (UI16): 0 (aus) ... 65535, ab Werk 0.

Lesen – die Antwort ergibt 250 ms:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	17h 10h	00h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	4Bh	17h 10h	00h	FAh 00h 00h 00h

Schreiben – Heartbeat abschalten:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	2Bh	17h 10h	00h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	17h 10h	00h	00h 00h 00h 00h

7.3.6 Selbststart / NMT-Start (1F80h:00h)

Der EMFA unterstützt von diesem Objekt nur das Kennzeichen NMT Master Start: ob er beim Start von selbst in Operational wechselt und dann ohne NMT-Nachricht TPDO1 sendet. **00h** = Selbststart, **04h** = bleibt in Pre-operational; ab Werk 4.

Lesen – die Antwort zeigt: kein Selbststart:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	80h 1Fh	00h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	80h 1Fh	00h	04h 00h 00h 00h

Schreiben – Selbststart einschalten:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	80h 1Fh	00h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	80h 1Fh	00h	00h 00h 00h 00h

7.4 Layer Setting Services (LSS)

Knotennummer und Baudrate lassen sich auch über LSS einstellen. Dabei wird die aktuelle Knotennummer nicht gebraucht – LSS hilft also, wenn sie unbekannt ist oder zwei Teilnehmer dieselbe haben. Der EMFA unterstützt:

Code	Dienst
04h	Zustand global umschalten
11h · 13h · 15h · 17h	Knotennummer einstellen · Bit-Timing einstellen · Bit-Timing aktivieren · Konfiguration speichern
40h · 41h · 42h · 43h	Zustand selektiv umschalten: Hersteller-Kennung · Produktcode · Revisionsnummer · Seriennummer wählen
5Ah · 5Bh · 5Ch · 5Dh · 5Eh	abfragen: Hersteller-Kennung · Produktcode · Revisionsnummer · Seriennummer · Knotennummer

Vor dem Einstellen muss das Gerät zur Konfiguration gewählt werden – global oder selektiv.

7.4.1 Zustand global umschalten

Wählt alle Geräte am Bus mit einem einzigen Befehl. Modus **00h** = Warten (keine Konfiguration über LSS), **01h** = Konfiguration. Der Dienst ist unbestätigt – kein Gerät antwortet.

Richtung	CAN-ID	DLC	Daten	Bedeutung
Steuerung sendet	7E5h	8	04h 01h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	alle Geräte in den Konfigurationszustand

7.4.2 Zustand selektiv umschalten

Wählt ein bestimmtes Gerät. Dazu werden vier Nachrichten gesendet, jede mit einem anderen Merkmal; erst wenn alle vier übereinstimmen, ist das Gerät im Konfigurationszustand und antwortet.

Merkmal	Wert beim EMFA
Hersteller-Kennung	044Ah
Produktcode	Teilenummer der Anwendungsfirmware (1018h:02h, Abschnitt 7.1.1)
Revisionsnummer	Version der Anwendungsfirmware (1018h:03h)
Seriennummer	Seriennummer des Geräts (1018h:04h)

Beispiel: Gerät mit Produktcode 112328, Version 1.0 und Seriennummer 202101999 wählen:

Richtung	CAN-ID	DLC	Daten	Bedeutung
Steuerung sendet	7E5h	8	40h 4Ah 04h 00h 00h 00h 00h 00h	Hersteller-Kennung
Steuerung sendet	7E5h	8	41h C8h B6h 01h 00h 00h 00h 00h	Produktcode
Steuerung sendet	7E5h	8	42h 00h 00h 01h 00h 00h 00h 00h	Revisionsnummer
Steuerung sendet	7E5h	8	43h EFh D4h 0Bh 0Ch 00h 00h 00h	Seriennummer
EMFA antwortet	7E4h	8	44h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	alle vier Merkmale stimmen überein

7.4.3 Knotennummer einstellen

Am gewählten Gerät wird die Knotennummer mit „Knotennummer einstellen“, dem NMT-Befehl Reset Communication und „Konfiguration speichern“ gesetzt (01h ... 7Fh). Beispiel für die Knotennummer 3Bh:

Richtung	CAN-ID	DLC	Daten	Bedeutung
Steuerung sendet	7E5h	8	11h 3Bh 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Knotennummer einstellen
EMFA antwortet	7E4h	8	11h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Fehlercode 0, Spec-Error 0
Steuerung sendet	000h	2	82h 00h	Reset Communication, alle Knoten
EMFA antwortet	73Bh	1	00h	Boot-up mit 700h + neuer Knotennummer
Steuerung sendet	7E5h	8	17h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Konfiguration speichern
EMFA antwortet	7E4h	8	17h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Fehlercode 0, Spec-Error 0

7.4.4 Bit-Timing einstellen

Am gewählten Gerät wird die Baudrate mit „Bit-Timing einstellen“, „Bit-Timing aktivieren“ und „Konfiguration speichern“ gesetzt. Der EMFA nutzt eine herstellerspezifische Tabelle (Tabellenwahl 80h):

Tabellenindex	Baudrate
0 · 1 · 2 · 3 · 4	1 Mbps · 800 kbps · 500 kbps · 250 kbps · 125 kbps
5	reserviert, nicht verwenden
6 · 7 · 8	50 kbps · 20 kbps · 10 kbps

Beispiel für 125 kbps:

Richtung	CAN-ID	DLC	Daten	Bedeutung
Steuerung sendet	7E5h	8	13h 80h 04h 00h 00h 00h 00h 00h	Tabelle 80h, Index 4
EMFA antwortet	7E4h	8	13h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Fehlercode 0, Spec-Error 0
Steuerung sendet	7E5h	8	15h 32h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	aktivieren, Verzögerung 50 ms (UI16)
Steuerung sendet	7E5h	8	17h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Konfiguration speichern
EMFA antwortet	7E4h	8	17h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 00h	Fehlercode 0, Spec-Error 0

Die Umschaltverzögerung ist die Zeit in ms, die die Geräte warten, bevor sie die neue Baudrate annehmen; nach einer zweiten Wartezeit gleicher Länge senden sie wieder. „Bit-Timing aktivieren“ ist unbestätigt – es kommt keine Antwort.

7.5 Messwerte lesen

7.5.1 Datenausgabe-Optionen (3004h:01h)

Bestimmt das Format aller mV/V-Werte (UI8). Bit 0 = IEEE-754-Kennzeichen: 0 = vorzeichenbehaftete 32-bit-Ganzzahl, mit 10000 multipliziert; 1 = 32-bit-Gleitkommazahl nach IEEE 754. Bit 7 ... 1 sind immer 0. Ab Werk 0 (Ganzzahl).

Lesen – die Antwort zeigt: Ganzzahl:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	04h 30h	01h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	4Fh	04h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

Schreiben – Ausgabe nach IEEE 754:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	2Fh	04h 30h	01h	01h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	04h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.5.2 Gefiltertes mV/V-Signal lesen (3004h:02h)

Gibt den letzten Wert des Wägezellensignals in mV/V nach dem gewählten Filter zurück – als Nettowert, eine Tara ist schon abgezogen. Format nach den Datenausgabe-Optionen. Über +3,3 mV/V wird der Überlaufwert 109 gemeldet. Der Unterlaufwert –109 wird gemeldet, solange die Anlaufzeit läuft, das Signal unter –3,3 mV/V liegt oder ein Fehlerbit im ECU-Status gesetzt ist.

Lesen – die Antwort ergibt 11084 (Ganzzahl), also 1,1084 mV/V:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	04h 30h	02h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	04h 30h	02h	4Ch 2Bh 00h 00h

7.5.3 ECU-Status lesen (3004h:03h)

Gibt den Zustand des EMFA als Bitfeld zurück (UI8):

Bit	Wert	Bedeutung
7	80h	kritischer Fehler, nicht behebbar – Gerät einschicken
6	40h	Fehler Wägezelle (Leistungsunterbrechung oder zu niedrige Speisespannung)
5	20h	Konfigurationsfehler – behebbar durch neues Einstellen aller Parameter
4	10h	Kopie des IEEE-754-Kennzeichens der Datenausgabe-Optionen
3	08h	mV/V-Signal über der Grenze +3,3 mV/V
2	04h	mV/V-Signal unter der Grenze –3,3 mV/V
1	02h	Tara (Nettobetrieb) aktiv
0	01h	Anlaufzeit läuft noch

Lesen – die Antwort 12h zeigt: Ausgabe nach IEEE 754 und Tara aktiv:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	04h 30h	03h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	4Fh	04h 30h	03h	12h 00h 00h 00h

7.5.4 mV/V-Tarasignal lesen (3004h:04h)

Gibt den aktuellen Tarawert in mV/V zurück, Format nach den Datenausgabe-Optionen; ohne aktive Tara 0.

Lesen – die Antwort ergibt 0,2003 mV/V (IEEE 754):

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	04h 30h	04h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	04h 30h	04h	71h 1Bh 4Dh 3Eh

7.5.5 Gefilterten A/D-Wert lesen (3004h:05h)

Gibt den zuletzt berechneten A/D-Wert nach dem gewählten Filter zurück; im Beispiel 10255261 Digit.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	04h 30h	05h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	04h 30h	05h	9Dh 7Bh 9Ch 00h

7.6 Tara setzen und zurücksetzen (3005h:01h)

Jedes Bit des Parameters (UI8) steht für einen Befehl, der nur bei gesetztem Bit ausgeführt wird: Bit 0 (01h) = Tara setzen, Bit 1 (02h) = Tara zurücksetzen, Bit 7 ... 2 immer 0. Die Befehle laufen ab Bit 0 – bei 03h wird erst gesetzt und gleich danach zurückgesetzt. Das Objekt ist RPDO1 zugeordnet und im Zustand Operational auch unbestätigt nutzbar (Abschnitt 5.4.2).

7.6.1 Tara setzen

01h setzt die Tara auf das aktuelle mV/V-Signal und schaltet den Nettobetrieb ein; alle folgenden Werte sind um diesen Wert verschoben. Der Befehl wird abgewiesen, wenn das Signal außerhalb $\pm 3,3$ mV/V liegt, die Anlaufzeit noch läuft oder ein Fehlerbit im ECU-Status gesetzt ist. Bei Ausführung wird das Tarabit im ECU-Status gesetzt und – in Operational – TPDO2 gesendet.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	2Fh	05h 30h	01h	01h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	05h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.6.2 Tara zurücksetzen

02h setzt die Tara auf null und schaltet den Nettobetrieb aus; alle folgenden Werte sind das wahre Signal der Wägezelle. Das Tarabit im ECU-Status wird gelöscht und – in Operational – TPDO2 gesendet.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	2Fh	05h 30h	01h	02h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	05h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.7 Sonstige Befehle

7.7.1 Systemreset (3007h:01h)

Ein beliebiger Wert löst einen vollständigen Neustart der Firmware aus (Warmstart). Die Antwort kommt vor dem Reset; die Initialisierung danach dauert bis zu 250 ms, in dieser Zeit empfängt der EMFA möglicherweise keine Nachrichten.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	07h 30h	01h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	07h 30h	01h	00h 00h 00h 00h

7.7.2 Passcode-Register (3007h:02h)

Schreibt eine 32-bit-Zahl in das Passcode-Register. Stimmt sie mit dem System-Passcode überein (ab Werk **9A52Fh**), geht der EMFA in den Administrator- oder OEM-Modus und erlaubt geschützte Parameter und Funktionen. Ein falscher Code außerhalb dieser Modi ergibt einen Fehler; der Befehl ist dann etwa 5 s gesperrt. Der Modus endet, wenn das Register im Modus erneut beschrieben wird (Antwort: Erfolg), wenn etwa 10 Minuten kein Administratorbefehl kommt oder bei Aus- und Einschalten oder Systemreset.

Schreiben – in den Administratormodus:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	07h 30h	02h	2Fh A5h 09h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	07h 30h	02h	00h 00h 00h 00h

7.7.3 Einstellungen speichern (1010h:01h)

Mit dem Wert **65766173h** werden geänderte Einstellungen in den nichtflüchtigen Speicher geschrieben; ungespeicherte Änderungen gehen bei Aus- und Einschalten oder Systemreset verloren. Gespeichert werden: Abschaltbits von RPDO1, TPDO1 und TPDO2, Messrate, Filtertyp, Anlaufzeit, Baudrate, Knotennummer, Busprotokoll, Abschlusswiderstand, Heartbeat-Zeit, NMT-Start, Datenausgabe-Optionen und Benutzerparameter 1 ... 4.

Info! Das Speichern dauert bis zu 75 ms. Die Antwort sagt nur, dass die Anfrage gültig war und das Speichern begonnen hat. In dieser Zeit ruht der Prozessor; Nachrichten innerhalb von 75 ms können verloren gehen.

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	10h 10h	01h	73h 61h 76h 65h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	10h 10h	01h	00h 00h 00h 00h

7.7.4 Werkseinstellungen laden (1017h:01h)

Mit dem Wert **64616F6Ch** werden alle Einstellungen außer dem Busprotokoll mit den Werkseinstellungen überschrieben und gleich gespeichert – „Einstellungen speichern“ ist nicht nötig. Für die 75 ms gilt dasselbe wie in Abschnitt 7.7.3. Der EMFA muss im Administratormodus sein.

Parameter	Index:Sub	Werkseinstellung
Heartbeat-Zeit	1017h:00h	0 (Heartbeat aus)
COB-ID RPDO1 · TPDO1 · TPDO2	1400h · 1800h · 1801h:01h	200h · 180h · 280h + ID (eingeschaltet)
NMT-Start	1F80h:00h	04h (kein Selbststart)
Messrate	3002h:01h	50 Messungen/s
Filtertyp	3002h:02h	2 (gleitender Mittelwert über 16 Messungen)
Anlaufzeit	3002h:03h	0 s
Baudrate	3003h:01h	500000 bps
Knotennummer	3003h:02h	1
Abschlusswiderstand	3003h:04h	1 (zugeschaltet)
Datenausgabe-Optionen	3004h:01h	0 (mV/V als Ganzzahl)
Benutzerparameter 1 ... 4	3008h:01h ... 04h	0

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	11h 10h	01h	6Ch 6Fh 61h 64h
EMFA antwortet	580h + ID	60h	11h 10h	01h	00h 00h 00h 00h

7.7.5 Benutzerparameter 1 ... 4 (3008h:01h ... 04h)

Vier Speicherplätze für beliebige Anwenderdaten; die Firmware nutzt sie nicht. Lesen gibt den Wert zurück, Schreiben überschreibt ihn. Neue Werte danach mit „Einstellungen speichern“ sichern. Der EMFA muss für diesen Befehl im Administratormodus sein.

Schreiben – Benutzerparameter 3 = –16180:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	23h	08h 30h	03h	CCh C0h FFh FFh
EMFA antwortet	580h + ID	60h	08h 30h	03h	00h 00h 00h 00h

Lesen – Benutzerparameter 3, Antwort –16180:

Richtung	CAN-ID	Befehl	Index	Sub	Daten (D4 ... D7)
Steuerung sendet	600h + ID	40h	08h 30h	03h	00h 00h 00h 00h
EMFA antwortet	580h + ID	43h	08h 30h	03h	CCh C0h FFh FFh

8 Meldungen und Fehlerwerte

Übersicht, woran ein Fehler zu erkennen ist und wo er beschrieben ist:

Erscheinung	Ursache	siehe
mV/V-Wert 109	Signal über +3,3 mV/V	7.5.2
mV/V-Wert –109	Anlaufzeit läuft, Signal unter –3,3 mV/V oder Fehlerbit im ECU-Status	7.5.2, 7.5.3
ECU-Status Bit 6, EMCY 5002h / 5003h	Leitung der Wägezelle unterbrochen oder Speisespannung zu niedrig – Anschluss prüfen	4.3, 5.6
EMCY 8150h	zwei Teilnehmer mit derselben Knotennummer – über LSS umstellen	7.4
EMCY 8110h	Nachricht verloren – Messrate senken	5.4.1, 7.2.1
SDO-Abbruch 08000022h	Befehl braucht den Administratormodus	7.7.2
EMCY FF02h, ECU-Status Bit 5	Konfigurationsspeicher fehlerhaft – alle Einstellungen neu setzen und speichern	7.7.3
EMCY FF01h, ECU-Status Bit 7	nicht behebbar – Gerät einschicken	5.6
Einstellung nach dem Einschalten verloren	nicht gespeichert	7.7.3