TR electronic

CANopen Safety

Original

Product Safety
Functional
Safety

TÜVRheinland CERTIFIED

www.tuv.com
ID 0600000000

Absolut Encoder CD_582
CANopen / CANopen Safety

- TR Encoder Profil
- CiA DS406 Encoder Profil, Class 3
- CANopen Safety EN 50325-5 (CiA DS304)
- OPTION: Zweitschnittstelle

CDV582



CDS582 / CDH582



Abbildungen ähnlich

DIN EN 61508: **SIL CL2 / SIL CL3**
DIN EN ISO 13849: **PL d / PL e**

_Sicherheitshinweise
_Installation
_Inbetriebnahme
_Konfiguration / Parametrierung
_Störungsbeseitigung / Diagnosemöglichkeiten

Benutzerhandbuch Schnittstelle

TR-ECE-BA-D-0171 v04 13.11.2026

TR Electronic GmbH
D-78647 Trossingen
Eglishalde 6
Tel.: (0049) 07425/228-0
Fax: (0049) 07425/228-33
E-Mail: info@tr-electronic.de
https://www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittanwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	13.11.2026
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ECE-BA-D-0171 v04
Dateiname:	TR-ECE-BA-D-0171 v04.docx
Verfasser:	FRJ

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

`Courier`-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

″ < > ″ weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Marken

CANopen® und CiA® sind eingetragene Gemeinschaftsmarken der CAN in Automation e.V.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis **3**
Änderungs-Index **8**
1 Allgemeines **9**
1.1 Geltungsbereich 9
1.2 Referenzen 10
1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe 11
1.4 Hauptmerkmale 12
1.5 Prinzip der Sicherheitsfunktion 13
2 Sicherheitshinweise **14**
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition 14
2.2 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit 15
2.2.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen 16
3 Grundlegende CANopen Funktionen **17**
3.1 CANopen – Kommunikationsprofil 18
3.2 Prozess- und Service-Daten-Objekte 19
3.3 Objektverzeichnis (Object Dictionary) 20
3.4 CANopen Default Identifier, COB-ID 20
3.5 Übertragung von SDO Nachrichten 21
3.5.1 SDO-Nachrichtenformat 21
3.5.2 Lese SDO 23
3.5.3 Schreibe SDO 24
3.6 Netzwerkmanagement, NMT 25
3.6.1 Netzwerkmanagement-Dienste 26
3.6.1.1 NMT-Dienste zur Gerätekontrolle 26
3.6.1.2 NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung 27
3.7 Layer setting services (LSS) und Protokolle 28
3.7.1 Finite state automaton, FSA 29
3.7.2 Übertragung von LSS-Diensten 30
3.7.2.1 LSS-Nachrichtenformat 30
3.8 Geräteprofil 31
4 CANopen Safety / Vorgaben zyklischer Datenaustausch **32**
4.1 Übertragung von sicherheitsgerichteten Prozessdaten (SRDO) 32
4.2 System-Konfiguration gültig setzen 34
5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung **35**
5.1 Grundsätzliche Regeln 35
5.2 Kabelspezifikation 36
5.3 Anschluss – Hinweise 37
5.3.1 Versorgungsspannung 37
5.3.2 Optionale Zusatzschnittstellen (Inkremental, SSI) 37
5.4 Bus-Terminierung 37
5.5 Einstellen der Node-ID und Baudrate 38
5.6 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle (optional) 39
5.6.1 Signalverläufe 40

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.6.2 HTL- / TTL - Pegel (optional) 41
5.7 SSI-Schnittstelle (optional) 43
5.7.1 Signalverlauf 43
5.7.2 Kabellängen 45
5.8 Einschalten der Versorgungsspannung 46
5.8.1 Wichtige Standardeinstellungen beim Erst-Hochlauf 46
6 Inbetriebnahme 47
6.1 CAN – Schnittstelle 47
6.1.1 EDS-Datei 47
6.1.2 Bus-Statusanzeige 47
6.2 TR CAN Device Tool – Inbetriebnahme-Hilfe 48
7 Kommunikations-Profil 49
7.1 NICHT-sicherheitsgerichtet 49
7.1.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1803h 49
7.1.2 Aufbau der Mappingparameter, 1A00h-1A03h 51
7.1.2.1 Ändern der Mappingeinstellung 52
7.1.3 Übertragungsarten - Positionsausgabe 53
7.1.3.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt 53
7.1.3.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt 53
7.2 Sicherheitsgerichtet 54
7.2.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1301h-1303h 54
7.2.2 Aufbau der Mappingparameter, 1381h-1383h 56
7.2.2.1 Ändern der Mappingeinstellung 58
8 Mode Umschaltung TR / CiA DS406 Encoder Profil 59
9 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301) 60
9.1 Objekt 1000h: Device type 61
9.2 Objekt 1001h: Error register 61
9.3 Objekt 1003h: Pre-defined error field 62
9.4 Objekt 1005h: COB-ID SYNC 62
9.5 Objekt 1008h: Manufacturer device name 63
9.6 Objekt 1009h: Manufacturer hardware version 63
9.7 Objekt 100Ah: Manufacturer software version 63
9.8 Objekt 100Ch: Guard time 63
9.9 Objekt 100Dh: Life-Time-Factor 64
9.10 Objekt 1010h: Store parameters 64
9.11 Objekt 1011h: Restore default parameters 66
9.12 Objekt 1014h: COB-ID emergency message 67
9.13 Objekt 1015h: Inhibit time EMCY 67
9.14 Objekt 1016h: Consumer heartbeat time 68
9.15 Objekt 1017h: Producer heartbeat time 68
9.16 Objekt 1018h: Identity Objekt 69
9.17 Objekt 1019h: Synchronous counter overflow value 69
9.18 Objekt 1020h: Verify configuration 70
9.19 Objekt 1021h: Store EDS 70
9.20 Objekt 1022h: Store format 70
9.21 Objekt 1029h: Error behavior 71

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.22 Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC) 71
9.23 Objekt 13FEh: Configuration valid 72
9.24 Objekt 13FFh: Safety configuration signature 73
9.25 Objekt 1F80h: NMT startup 74
10 Parametrierung 75
10.1 TR - Mode, nicht sicherheitsgerichtet 77
10.1.1 Objekt 2221h: Blinking mode 77
10.1.2 Objekt 2222h: LED status 77
10.1.3 Objekt 2040h: TR configuration parameter 78
10.1.3.1 Subindex 1: Rotational direction 78
10.1.3.2 Subindex 2, 3, 4: Skalierungsparameter 79
10.1.3.3 Subindex 5: Velocity format 82
10.1.3.4 Subindex 6: Velocity factor 82
10.1.3.5 Subindex 7: Velocity integration time 83
10.1.3.6 Subindex 8: Velocity filter intensity 83
10.1.3.7 Subindex 9: Velocity filter type 84
10.1.3.8 Subindex 10: Substitute position 84
10.1.3.9 Subindex 11: Coupled channel 84
10.1.3.10 Subindex 12: Preset value 85
10.1.4 Objekt 2041h: TR TPDO values 86
10.1.4.1 Subindex 1: Sensor status 86
10.1.4.2 Subindex 2: Position 87
10.1.4.3 Subindex 3: Velocity 32 Bit 87
10.1.4.4 Subindex 4: Velocity 16 Bit 88
10.2 TR - Mode, sicherheitsgerichtet 89
10.2.1 Objekt 2220h: TR safe state simulation 89
10.2.2 Objekt 2410h: TR safety configuration parameter 89
10.2.2.1 Subindex 1: Rotational direction 90
10.2.2.2 Subindex 2, 3, 4: Skalierungsparameter 90
10.2.2.3 Subindex 5: Velocity format 94
10.2.2.4 Subindex 6: Velocity factor 94
10.2.2.5 Subindex 7: Velocity integration time 95
10.2.2.6 Subindex 8: Velocity filter intensity 95
10.2.2.7 Subindex 9: Velocity filter type 96
10.2.2.8 Subindex 10: Window Increments 96
10.2.2.9 Subindex 11: Error behavior 96
10.2.2.10 Subindex 12: Preset value 97
10.2.3 Objekt 2420h: TR safety status 98
10.2.4 Objekt 2430h: TR safety control 99
10.2.5 Objekt 2422h: TR safety position 100
10.2.6 Objekt 2424h: TR safety velocity 32Bit 100
10.2.7 Objekt 2426h: TR safety velocity 16Bit 101
10.2.8 Objekt 2432h: TR safety preset value 101
10.2.9 Objekt 24FEh: TR safety configuration valid 102
10.2.10 Objekt 24FFh: TR safety configuration signature 103
10.2.11 Preset-Justage-Funktion 104
10.2.11.1 Vorgehensweise 104
10.2.11.2 Timing - Diagramm 105
10.3 OPTION: Zweitschnittstelle 106
10.3.1 Objekt 2500h: TR SSI parameter 106
10.3.1.1 Subindex 1: Source 106
10.3.1.2 Subindex 2: Coding 106
10.3.1.3 Subindex 3: Data bits 107
10.3.1.4 Subindex 4: Mono time 107
10.3.1.5 Subindex 5: Status bits 107
10.3.1.6 Subindex 6: Sign of Life bits 108

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.3.1.7 Subindex 7: Checksum 108
10.3.2 Objekt 2520h: TR Incremental parameter 109
10.3.2.1 Subindex 1: Pulses per revolution 109
10.4 Objekt 3000h: Node-ID 110
10.5 Objekt 3001h: Baudrate 110
10.6 Objekt 3010h: Active mode 111
10.7 Objekt 3011h: GFC setting 112
10.8 CiA DS406 - Mode, nicht sicherheitsgerichtet 113
10.8.1 Objekt 6000h: Operating parameters 113
10.8.2 Skalierungsparameter 114
10.8.2.1 Objekt 6001h: Measuring units per revolution 114
10.8.2.2 Objekt 6002h: Total measuring range in measuring units 114
10.8.3 Objekt 6003h: Preset value 115
10.8.4 Objekt 6004h: Position value 116
10.8.5 Objekt 600Ch: Position raw value 116
10.8.6 Objekt 6030h: Speed value 117
10.8.7 Objekt 6031h: Speed parameter 117
10.8.7.1 Subindex 1: Speed source selector 118
10.8.7.2 Subindex 2: Speed integration time 118
10.8.7.3 Subindex 3: Multiplier value 118
10.8.7.4 Subindex 4: Divider value 119
10.8.8 Objekt 6200h: Cyclic timer 119
10.8.9 Objekt 6400h: Area state register 120
10.8.10 Objekt 6401h: Work area low limit 120
10.8.11 Objekt 6402h: Work area high limit 120
10.9 CiA DS406 - Mode, sicherheitsgerichtet 121
10.9.1 Objekt 6100h: Safety position configuration parameters 121
10.9.1.1 Subindex 1: CANopen Safety code sequence 121
10.9.1.2 Subindex 2: Safety preset value for encoder with normal resolution 122
10.9.2 Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters 123
10.9.2.1 Subindex 1: CANopen Safety code sequence 124
10.9.2.2 Subindex 2: Safety preset value for encoder with normal resolution 124
10.9.2.3 Subindex 4: Safety speed source selector 124
10.9.2.4 Subindex 5: Safety speed integration time 124
10.9.2.5 Subindex 6: Multiplier value 125
10.9.2.6 Subindex 7: Divider value 125
10.9.3 Objekt 6120h: Safety normal resolution position value 125
10.9.4 Objekt 6124h: Safety speed value 126
10.9.5 Objekt 61FEh: Safety application configuration valid 127
10.9.6 Objekt 61FFh: Safety application configuration signature 127
10.10 Mess-System Diagnose 129
10.10.1 Objekt 2211h: TR alarms 129
10.10.2 Objekt 2212h: TR warnings 130
10.10.3 Objekt 6500h: Operating status 131
10.10.4 Objekt 6501h: Single-turn resolution 131
10.10.5 Objekt 6502h: Number of distinguishable revolutions 131
10.10.6 Objekt 6503h: Alarms 132
10.10.7 Objekt 6504h: Supported alarms 133
10.10.8 Objekt 6505h: Warnings 134
10.10.9 Objekt 6506h: Supported warnings 135
10.10.10 Objekt 6507h: Profile and software version 136
10.10.11 Objekt 6508h: Operating time 136
10.10.12 Objekt 6509h: Offset value 137

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.13 Objekt 650Ah: Module identification 137
10.10.14 Objekt 650Bh: Serial number 137
10.10.15 Objekt 650Dh: Absolute accuracy 138
10.10.16 Objekt 650Eh: Device capability 138
11 Rücksetzen der Geräte-Parameter 139
12 Ausgabe von Ersatzwerten im Fehlerfall 140
13 Definition – Sicherer Zustand 141
13.1 Passiv-Sicherer-Zustand 141
13.2 Aktiv-Sicherer-Zustand 141
14 Fehlerursachen und Abhilfen 142
14.1 Optische Anzeigen 142
14.2 SDO-Fehlercodes 145
14.3 Emergency-Meldung (8 Bytes) 148
14.3.1 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bytes 0 – 1 148
14.3.2 Objekt 1001h: Fehlerregister, Byte 2 150
14.3.3 Herstellerspezifisches Fehlerfeld, Bytes 3 – 7 150
14.4 Alarm-Meldungen 153
14.4.1 CiA DS406 – Mode 153
14.4.2 TR-Mode 153
14.5 Warn-Meldungen 154
14.5.1 CiA DS406 – Mode 154
14.5.2 TR-Mode 154
15 Auslesen von Security Logs 155
15.1 Auslesen über das TR CAN Device Tool 155
15.2 Auslesen über Service-Daten-Objekt (SDO) Kommunikation 155
15.2.1 Ereignis „Firmware-Update“ 156
15.2.2 Ereignis „Parameter Änderung“ 156
15.2.3 Ereignis „Änderung Node-ID“ 156
16 Checkliste, Teil 2 von 2 157
17 Anhang 159
17.1 TÜV-Zertifikat 159
17.2 EU-Konformitätserklärung 159

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe, vorläufige Version	13.03.2023	00
Fertigstellung der bisherigen vorläufigen Version	27.11.2023	01
- Defaultwerte für die Objekte 0x1029, 0x1302 und 0x13FF angepasst - Neues Objekt 0x2222 hinzugefügt	16.04.2024	02
Die Baudraten 10 kbit/s und 20 kbit/s entfernt, da diese immer weniger von den CAN-Transceiver-ICs unterstützt werden	17.08.2026	03
Auslesen von Security Logs gemäß Cybersicherheitsanforderungen. Kapitel 15 auf Seite 155	13.11.2026	04

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

1 Allgemeines

Das vorliegende schnittstellenspezifische Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Sicherheitshinweise
- Installation
- Inbetriebnahme
- Konfiguration / Parametrierung
- Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt dieses Benutzerhandbuch eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und dem Sicherheitshandbuch etc. dar.

Das Benutzerhandbuch kann kundenspezifisch im Lieferumfang enthalten sein, oder kann auch separat angefordert werden.

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für Mess-System-Baureihen gemäß den nachfolgenden Schlüsseln für Artikelnummern und Typen mit ***CANopen*** Schnittstelle und ***CANopen Safety*** Protokoll:

Artikelnummer

* 1	* 2	* 3	* 4	* 5	-	* 6	* 6	* 6	* 6	* 6

Stelle	Bezeichnung	Beschreibung
* 1	A C	Explosionsschutzgehäuse (ATEX); Absolut-Encoder, programmierbar
* 2	D	redundante Doppelabtastung
* 3	V H S	Vollwelle Hohlwelle Sacklochwelle
* 4	582	Außendurchmesser ∅ 58 mm, Generation 2
* 5	M S	Multiturn Singleturn
* 6	-	Fortlaufende Nummer

* = Platzhalter

Typschlüssel

Siehe Revisions-Listen:
CD_582M +FS02: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-D-0343
CD_582M +FS03: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-D-0349

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- siehe Kap. „Mitgeltende Dokumente“ im Sicherheitshandbuch
  www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-D-0142
- Produktdatenblätter https://www.tr-electronic.de/s/S024610

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

1.2 Referenzen

1.	ISO 11898: Straßenfahrzeuge, Austausch von Digitalinformation - Controller Area Network (CAN) für Hochgeschwindigkeits-Kommunikation, November 1993	
2.	Robert Bosch GmbH, CAN-Spezifikation 2.0 Teil A und B, September 1991	
3.	CiA DS-201	V1.1, CAN im OSI Referenz-Model, Februar 1996
4.	CiA DS-202-1	V1.1, CMS Service Spezifikation, Februar 1996
5.	CiA DS-202-2	V1.1, CMS Protokoll Spezifikation, Februar 1996
6.	CiA DS-202-3	V1.1, CMS Verschlüsselungsregeln, Februar 1996
7.	CiA DS-203-1	V1.1, NMT Service Spezifikation, Februar 1996
8.	CiA DS-203-2	V1.1, NMT Protokoll Spezifikation, Februar 1996
9.	CiA DS-204-1	V1.1, DBT Service Spezifikation, Februar 1996
10.	CiA DS-204-2	V1.1, DBT Protokoll Spezifikation, Februar 1996
11.	CiA DS-206	V1.1, Empfohlene Namenskonventionen für die Schichten, Februar 1996
12.	CiA DS-207	V1.1, Namenskonventionen der Verarbeitungsschichten, Februar 1996
13.	CiA DS-301	V4.2, CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend, Februar 2011
14.	CiA DS-302	V4.1, Zusätzliche Application Layer Funktionen, Februar 2009
15.	CiA DR 303-1	CANopen cabling and connector pin assignment
16.	CiA DS-303-3	V1.4, Indicator Spezifikation, April 2012
17.	CiA DS-305	V3.0.0, Layer Setting Services (LSS) und Protokolle, Mai 2013
18.	CiA DS-319	V1.0.0, CANopen implementation and configuration guideline for safety-related device
19.	CiA DS-406	V4.1, CANopen Profil für Encoder, Juni 2019
20.	DIN EN 50325-4	Industrielles Kommunikationssubsystem basierend auf ISO 11898 (CAN) - Teil 4: CANopen
21.	DIN EN 50325-5	Industrielles Kommunikationssubsystem basierend auf ISO 11898 (CAN) - Teil 5: Funktional sichere Kommunikation basierend auf EN 50325-4
22.	DIN EN IEC 61918	Industrielle Kommunikationsnetze. Installation von Kommunikationsnetzen in Industrieanlagen

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

1.3 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

EMV	***E***lektro-***M***agnetische-***V***erträglichkeit
CAL	CAN Application Layer. Die Anwendungsschicht für CAN-basierende Netzwerke ist im CiA-Draft-Standard 201 ... 207 beschrieben.
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
CMS	CAN-based Message Specification. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model.
COB	Communication Object (CAN Message). Übertragungseinheit im CAN Netzwerk. Daten müssen in einem COB durch das CAN Netzwerk gesendet werden.
COB-ID	COB-Identifier. Eindeutige Zuordnung des COB. Der Identifier bestimmt die Priorität des COB´s im Busverkehr.
CRC	***C***ylic ***R***edundancy ***C***heck (Redundanzprüfung)
DBT	Distributor. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Es liegt in der Verantwortung des DBT´s, COB-ID´s an die COB´s zu verteilen, die von der CMS benutzt werden.
EDS	***E***lectronic-***D***ata-***S***heet (elektronisches Datenblatt)
FSA	Finite state automata. Statusmaschine zur Steuerung von LSS-Diensten
LSS	Layer Setting Services. Dienste und Protokolle für die Konfiguration der Node-ID und Baudrate über das CAN Netzwerk.
NMT	Netw ork Management. Eines der Serviceelemente in der Anwendungsschicht im CAN Referenz-Model. Führt die Initialisierung, Konfiguration und Fehlerbehandlung im Busverkehr aus.
PDO	Process Data Object. Objekt für den Datenaustausch zwischen mehreren Geräten.
SCT	Safeguard Cycle Time. Maximale Zeit zwischen zwei SRDO Sendezyklen.
SDO	Service Data Object. Punkt zu Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
SIL	***S***afety ***I***ntegrity ***L***evel: Vier diskrete Stufen (SIL1 bis SIL4). Je höher der SIL eines sicherheitsbezogenen Systems, umso geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass das System die geforderten Sicherheitsfunktionen nicht ausführen kann.
SRDO	Safety Related Data Object. Sicherheitsgerichtetes Datenobjekt mit zyklischer Datenübertragung und Timeout-Überwachung.
SRVT	Safety related Validation Time. Maximale Zeit zwischen den beiden SRDO CAN-Telegrammen.
SSI	***S***ynchron-***S***erielles-***I***nterface

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

1.4 Hauptmerkmale

- CANopen - Schnittstelle mit CANopen Safety - Protokoll, zur Übergabe einer sicheren Position und Geschwindigkeit (SRDO)
- Schneller Prozessdatenkanal über CANopen, NICHT-sicherheitsgerichtet (PDO)
- Nur bei Variante 1:
  Zusätzliche Inkremental- / SIN/COS- oder SSI-Schnittstelle, NICHT-sicherheitsgerichtet
- Zweikanaliges Abtastsystem, zur Erzeugung der sicheren Messdaten durch internen Kanalvergleich
  - Variante 1:
    Channel 1, Mastersystem:
    optische Single-Turn-Abtastung über Codescheibe mit Durchlicht und magnetische Multi-Turn-Abtastung
    Channel 2, Prüfsystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
  - Variante 2:
    Channel 1, Mastersystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
    Channel 2, Prüfsystem:
    magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
- Eine gemeinsame Antriebswelle

Die Daten des genaueren Mess-Systems werden im NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdatenkanal (PDO) mit normalem CANopen-Protokoll ungeprüft zur Verfügung gestellt. Da die Prozessdaten nicht verglichen werden müssen, sind diese Daten in der Variante 1 aktueller als die sicherheitsgerichteten Prozessdaten.

Das Prüfsystem dient der internen Sicherheitsüberprüfung. Die durch zweikanaligen Datenvergleich erhaltenen „sicheren Daten“ werden in das CANopen Safety - Protokoll verpackt und über ein sicherheitsgerichtetes Datenobjekt (SRDO) mit entsprechenden Sicherheitsmechanismen an die Steuerung übergeben.

Die SSI-Schnittstelle sowie die Inkremental-Schnittstelle, beziehungsweise die dafür optional erhältliche SIN/COS-Schnittstelle, wird einkanalig abgeleitet und ist sicherheitstechnisch nicht bewertet.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

1.5 Prinzip der Sicherheitsfunktion

Systemsicherheit wird hergestellt, indem:

- jeder der beiden Abtastkanäle durch eigene Diagnosemaßnahmen weitgehend fehlersicher ist
- das Mess-System intern die von den beiden Kanälen erfassten Positionen zweikanalig vergleicht, ebenfalls zweikanalig die Geschwindigkeit ermittelt und die sicheren Daten im CANopen Safety - Protokoll über ein sicherheitsgerichtetes Datenobjekt (SRDO) mit entsprechenden Sicherheitsmechanismen an die Steuerung übergibt.
- das Mess-System im Fall eines fehlgeschlagenen Kanalvergleiches oder anderen durch interne Diagnosemechanismen erkannten Fehlern, das Mess-System in den Fehlerzustand schaltet
- die Mess-System-Initialisierung und die Ausführung der Preset-Justage-Funktion entsprechend abgesichert sind
- die Steuerung zusätzlich überprüft, ob die erhaltenen Positionsdaten im von der Steuerung erwarteten Positionsfenster liegen. Unerwartete Positionsdaten sind z.B. Positionssprünge, Schleppfehlerabweichungen und falsche Fahrtrichtung
- die Steuerung bei erkannten Fehlern entsprechende, vom Anlagen-Hersteller zu definierende, Sicherheitsmaßnahmen einleitet
- der Anlagen-Hersteller durch ordnungsgemäßen Anbau des Mess-Systems sicherstellt, dass das Mess-System immer von der zu messenden Achse angetrieben und nicht überlastet wird
- der Anlagen-Hersteller bei der Inbetriebnahme und bei jeder Änderung eines Parameters, einen abgesicherten Test durchführt

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

2 Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition

⚠ GEFAHR	bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
⚠WARNUNG	bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
⚠VORSICHT	bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
ACHTUNG	bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.
	bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

2.2 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit

Die **Sicherheitssteuerung**, an welchem das Mess-System angeschlossen wird, muss nachfolgende Sicherheitsüberprüfungen gemäß EN 50325-5 vornehmen.
Insbesondere müssen in Bezug auf die sicherheitsgerichtete zyklische Prozessdatenübertragung (SRDO) die Anforderungen zur Auswertung des `Safety Communication Layer Protocols` erfüllt werden.

Damit im Fehlerfall die richtigen Maßnahmen ergriffen werden können, gilt folgende Festlegung:

- „Passiv-Sicherer-Zustand“ (siehe Kap. 13 auf Seite 141)

Dieser Zustand wird sowohl im `CiA DS406 Encoder Profile`, wie auch im `TR-Mode` unterstützt. Kann aufgrund eines vom Mess-System erkannten Fehlers keine sichere Position mehr ausgegeben werden, wird die zyklische Übertragung der sicherheitsgerichteten Datenobjekte (SRDO) unterbrochen, so dass nach Ablauf der `Safeguard Cycle Time` (SCT) auf Empfängerseite eine Fehlererkennung möglich ist.

- „Aktiv-Sicherer-Zustand“ (siehe Kap. 13 auf Seite 141)

Dieser Zustand wird nur im `TR-Mode` unterstützt, wenn in Objekt 0x2410 in Subindex 11 `Error behavior` der Wert „1“ für die Funktion „Status-Bit Verhalten“ gesetzt worden ist, siehe Kap. 10.2.2.9 auf Seite 96. In diesem Fall wird die zyklische Übertragung der sicherheitsgerichteten Datenobjekte (SRDO) fortgeführt. Das `Safe-State` Bit 2^4 in Objekt 0x2420 wird von „1“ auf „0“ gesetzt und dient zur Fehlererkennung auf Empfängerseite.

Daten aus Sicht des Mess-Systems im `Aktiv-Sicheren-Zustand` sind:



- CANopen SRDO Position:
  - zyklische Ausgabe der Position, NICHT-sicherheitsgerichtet
- CANopen SRDO Geschwindigkeit:
  - zyklische Ausgabe der Geschwindigkeit, NICHT-sicherheitsgerichtet
- CANopen SRDO TR safety status:
  - Safe-State Bit 2^4 in Objekt 0x2420 = 0

Da die ausgegebene Position bzw. Geschwindigkeit im `Aktiv-Sicheren-Zustand` nur einkanalig und ohne Datenvergleich generiert werden kann, sind diese Ausgabedaten nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm, auch wenn die Übertragung über das CANopen Safety Protokoll ausgeführt wird.

Wenn die Anforderungen an die sicherheitsgerichtete Datenübertragung gemäß EN 50325-5 nicht erfüllt werden oder wenn im `Aktiv-Sicheren-Zustand` **das** `Safe-State` **Bit in Objekt 0x2420 zurückgesetzt ist, muss die Sicherheitssteuerung die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Dieser Fehlerzustand kann nur durch Beseitigung des Fehlers und anschließendem Aus- und Einschalten des Mess-Systems oder einer** `Fehler-Quittierung` **verlassen werden**, siehe Seite 141!

Die über CANopen ansprechbaren Prozessdatenobjekte 1800h-1803h sind davon nicht unbedingt betroffen. Erkennt die interne Diagnose der einkanaligen Positionserfassung keinen Fehler, so werden die Prozessdaten weiterhin ausgegeben. Diese Daten sind jedoch nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

2.2.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen

Maßnahmen bei der Inbetriebnahme, Änderungen	Fehlerreaktion
Applikationsabhängige Parametrierung der sicherheitsgerichteten Parameter: TR-Mode - Objekt 2410h: TR safety configuration parameter, siehe ab Seite 89 CiA DS406 – Mode - Objekt 6100h: Safety position configuration parameters, - Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters, siehe ab Seite 121 und 123	–
Bei Parameteränderungen überprüfen, ob die Maßnahme wie gewünscht ausgeführt wird.	STOPP

Überprüfung durch Sicherheitssteuerung	Fehlerreaktion
Zyklische Konsistenzüberprüfung der aktuellen CANopen Safety SRDO´s mit den dazugehörigen inversen SRDO´s gemäß EN 50325-5. Siehe hierzu auch Kap. 4 ab Seite 32.	STOPP
Überwachung der `Safeguard Cycle Time` (SCT) - Timing Anforderungen für die CANopen Safety SRDO´s gemäß EN 50325-5. Siehe hierzu auch Kap. 4 ab Seite 32.	STOPP
Überwachung der `Safety Related Validation Time` (SRVT) - Timing Anforderungen für die CANopen Safety SRDO´s gemäß EN 50325-5. Siehe hierzu auch Kap. 4 ab Seite 32.	STOPP
Nur TR-Mode: Überwachung des `Safe-State` Bits in Objekt 0x2420 `TR safety status` bei Verwendung der Funktion „Status-Bit Verhalten“: Objekt 0x2410, Subindex 11 `Error behavior` = „1“	Safe-State Bit 2^4 = 0 --> STOPP

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3 Grundlegende CANopen Funktionen

CANopen wurde von der CiA entwickelt und ist seit Ende 2002 als europäische Norm EN 50325-4 standardisiert.

CANopen verwendet als Übertragungstechnik die Schichten 1 und 2 des ursprünglich für den Einsatz im Automobil entwickelten CAN-Standards (ISO 11898-2). Diese werden in der Automatisierungstechnik durch die Empfehlungen des CiA Industrieverbandes hinsichtlich der Steckerbelegung, Übertragungsraten erweitert.
Im Bereich der Anwendungsschicht hat CiA den Standard CAL (CAN Application Layer) hervorgebracht.

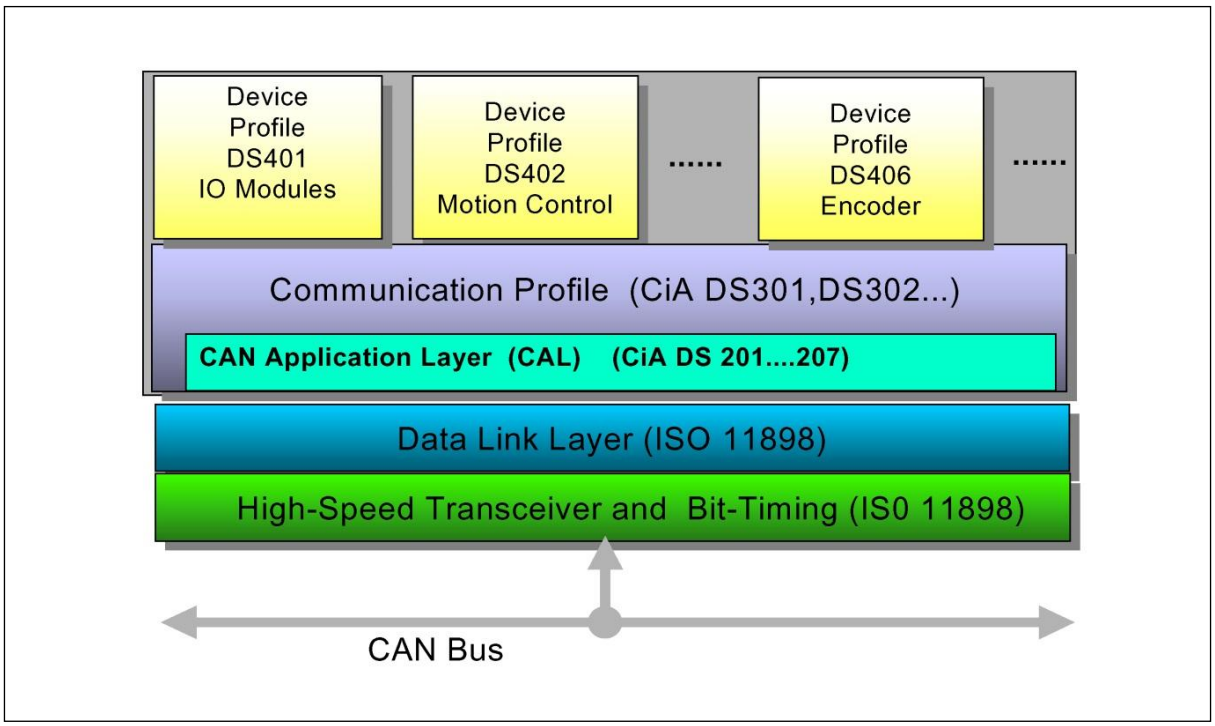


Abbildung 1: CANopen eingeordnet im ISO/OSI-Schichtenmodell

Bei CANopen wurde zunächst das Kommunikationsprofil sowie eine "Bauanleitung" für Geräteprofile entwickelt, in der mit der Struktur des Objektverzeichnisses und den allgemeinen Kodierungsregeln der gemeinsame Nenner aller Geräteprofile definiert ist.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.1 CANopen – Kommunikationsprofil

Das CANopen Kommunikationsprofil (dokumentiert in CiA DS-301) regelt wie die Geräte Daten miteinander austauschen. Hierbei werden Echtzeitdaten (z.B. Positionswert) und Parameterdaten (z.B. Zählrichtung) unterschieden. CANopen ordnet diesen, vom Charakter her völlig unterschiedlichen Datenarten, jeweils passende Kommunikationselemente zu.

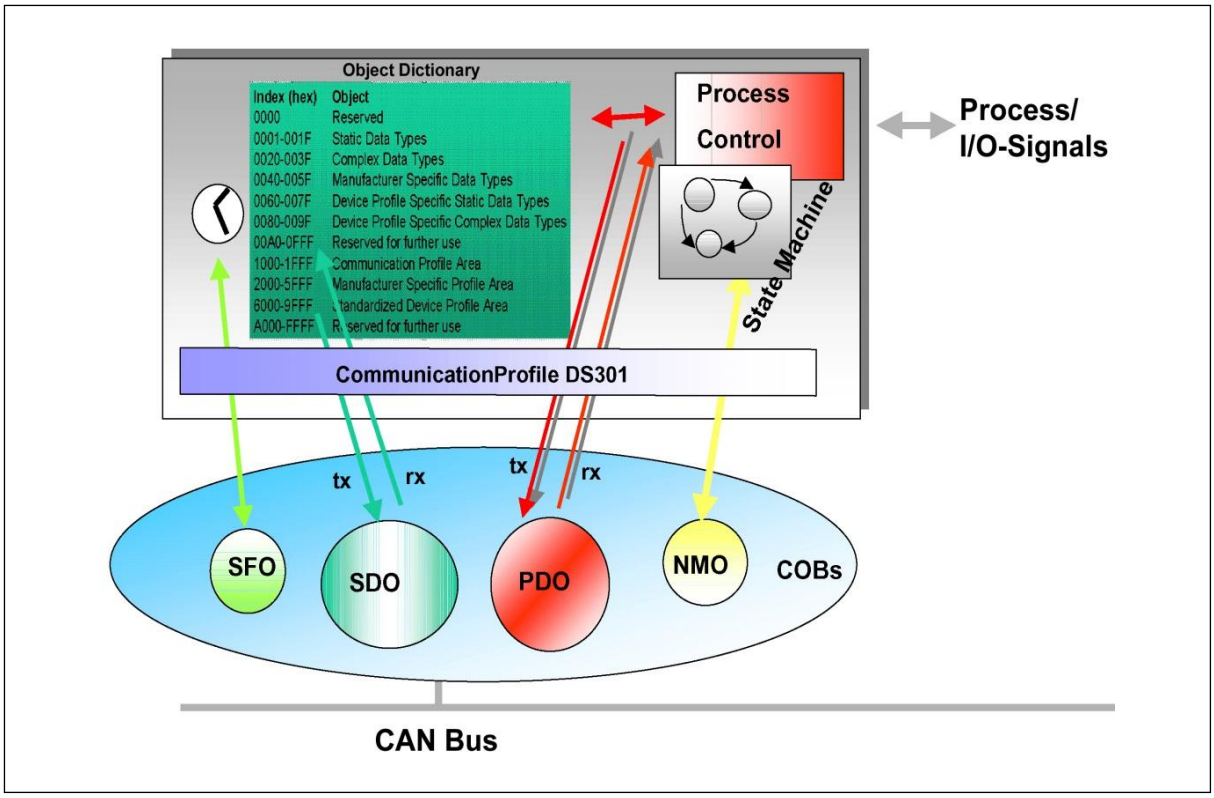


Abbildung 2: Kommunikationsprofil

Special **F**unction **O**bject **(SFO)**

- Synchronization (SYNC)
- Emergency (EMCY) Protokoll

Network **M**anagement **O**bject **(NMO)**
z.B.

- Life / Node-Guarding
- Boot-Up,…
- Error Control Protokoll

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.2 Prozess- und Service-Daten-Objekte

Prozess-Daten-Objekt (PDO)

Prozess-Daten-Objekte managen den Prozessdatenaustausch, z.B. die zyklische Übertragung des Positionswertes.
Der Prozessdatenaustausch mit den CANopen PDOs ist "CAN pur", also ohne Protokoll-Overhead. Die Broadcast-Eigenschaften von CAN bleiben voll erhalten. Eine Nachricht kann von allen Teilnehmern gleichzeitig empfangen und ausgewertet werden.
Vom Mess-System werden die vier Sende-Prozess-Daten-Objekte 1800h bis 1803h verwendet. Je nach Einstellung können diese für asynchrone (ereignisgesteuert) Übertragung bzw. für die synchrone (auf Anforderung) Übertragung verwendet werden.

Service-Daten-Objekt (SDO)

Service-Daten-Objekte managen den Parameterdatenaustausch, z.B. das azyklische Ausführen der Preset-Funktion.
Für Parameterdaten beliebiger Größe steht mit dem SDO ein leistungsfähiger Kommunikationsmechanismus zur Verfügung. Hierfür wird zwischen dem Konfigurationsmaster und den angeschlossenen Geräten ein Servicedatenkanal für Parameterkommunikation ausgebildet. Die Geräteparameter können mit einem einzigen Telegramm-Handshake ins Objektverzeichnis der Geräte geschrieben werden bzw. aus diesem ausgelesen werden.

Wichtige Merkmale von SDO und PDO

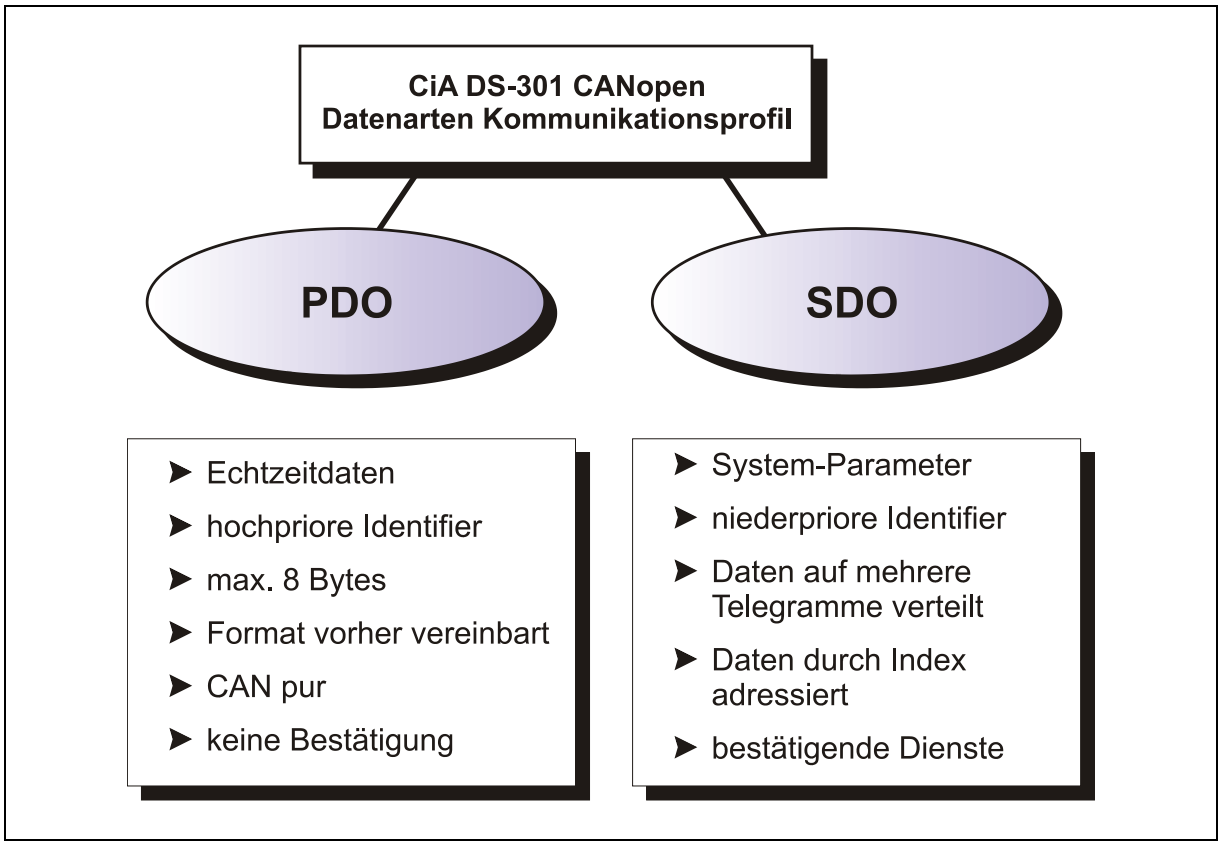


Abbildung 3: Gegenüberstellung von PDO/SDO-Eigenschaften

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.3 Objektverzeichnis (Object Dictionary)

Das Objektverzeichnis strukturiert die Daten eines CANopen- Gerätes in einer übersichtlichen tabellarischen Anordnung. Es enthält sowohl sämtliche Geräteparameter als auch alle aktuellen Prozessdaten, die damit auch über das SDO zugänglich sind.

Index	Object	
0000_h	unbenutzt	Standard für alle Geräte
0001_h - $025F_h$	Datentyp Definitionen	
0260_h - $0FFF_h$	Reserviert	
1000_h - $1FFF_h$	Kommunikations-Profilbereich	
2000_h - $5FFF_h$	Herstellerspezifischer-Profilbereich	Geräte-spezifisch
6000_h - $9FFF_h$	Standardisierter-Geräte-Profilbereich	
$A000_h$ - $BFFF_h$	Standardisierter-Schnittstellen-Profilbereich	
$C000_h$ - $FFFF_h$	Reserviert	

Abbildung 4: Aufbau des Objektverzeichnisses

3.4 CANopen Default Identifier, COB-ID

CANopen-Geräte können ohne Konfiguration in ein CANopen–Netzwerk eingesetzt werden. Lediglich die Einstellung einer Busadresse und der Baudrate ist erforderlich. Aus dieser Knotenadresse leitet sich die Identifierzuordnung für die Kommunikationskanäle ab.

COB-Identifier = Funktions-Code + Node-ID

10										0
1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7
Funktions-Code				Node-ID = Adressschalter-Einstellung						

Beispiele

Objekt	Funktions-Code	COB-ID	Index Kommunikations-Parameter
NMT	0000bin	0h	–
SYNC	0001bin	80h	1005h
PDO1 (tx)	0011bin	181h – 1FFh	1800h
PDO2 (tx)	0101bin	281h – 2FFh	1801h
PDO3 (tx)	0111bin	381h – 3FFh	1802h
PDO4 (tx)	1001bin	481h – 4FFh	1803h

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.5 Übertragung von SDO Nachrichten

Die Übertragung von SDO Nachrichten geschieht über das CMS "Multiplexed-Domain" Protokoll (CIA DS-202-2).
Mit SDOs können Objekte aus dem Objektverzeichnis gelesen oder geschrieben werden. Es handelt sich um einen bestätigten Dienst. Der so genannte ***SDO Client*** spezifiziert in seiner Anforderung „Request“ den Parameter, die Zugriffsart (Lesen/Scheiben) und gegebenenfalls den Wert. Der so genannte ***SDO Server*** führt den Schreib- oder Lesezugriff aus und beantwortet die Anforderung mit einer Antwort „Response“. Im Fehlerfall gibt ein Fehlercode Auskunft über die Fehlerursache. Sende-SDO und Empfangs-SDO werden durch ihre Funktionscodes unterschieden.

Das Mess-System (Slave) entspricht dem SDO Server und verwendet folgende Funktionscodes:

Funktionscode	COB-ID	Bedeutung
`11 (1011 bin)`	`0x580 + Node ID`	**Slave → SDO Client**
`12 (1100 bin)`	`0x600 + Node ID`	**SDO Client → Slave**

Tabelle 1: COB-IDs für Service Data Object (SDO)

3.5.1 SDO-Nachrichtenformat

Der maximal 8 Byte lange Datenbereich einer CAN-Nachricht wird von einem SDO wie folgt belegt:

CCD	Index		Subindex	Daten			
Byte 0	Byte 1, Low	Byte 2, High	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Tabelle 2: SDO-Nachricht

Der ***Kommando-Code*** (***CCD***) identifiziert bei der SDO Request, ob gelesen oder geschrieben werden soll. Bei einem Schreibauftrag wird zusätzlich die Anzahl der zu schreibenden Bytes im CCD kodiert. Bei der SDO Response zeigt der CCD an, ob die Request erfolgreich war. Im Falle eines Leseauftrags gibt der CCD zusätzlich Auskunft über die Anzahl der gelesenen Bytes:

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x22	n Byte schreiben	SDO Request
0x23	4 Byte schreiben	SDO Request
0x2B	2 Byte schreiben	SDO Request
0x2F	1 Byte schreiben	SDO Request
0x60	Schreiben erfolgreich	SDO Response
0x80	Fehler	SDO Response
0x40	Leseanforderung	SDO Request
0x43	4 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung
0x4B	2 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung
0x4F	1 Byte Daten gelesen	SDO Response auf Leseanforderung

Tabelle 3: Kommando-Codes für SDO

Im Fall eines Fehlers (SDO Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode, der über die Fehlerursache Auskunft gibt. Die Bedeutung der Fehlercodes ist aus der Tabelle 11, Seite 147 zu entnehmen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Segment Protokoll, Datensegmentierung

Manche Objekte beinhalten Daten, die größer als 4 Byte sind. Um diese Daten lesen zu können, muss das „Segment Protokoll“ benutzt werden.
Zunächst wird der Lesevorgang wie ein gewöhnlicher SDO-Service mit dem Kommando-Code = 0x40 eingeleitet. Über die Response wird angezeigt, um wie viele Datensegmente es sich handelt und wie viele Bytes gelesen werden können. Mit nachfolgenden Leseanforderungen können dann die einzelnen Datensegmente gelesen werden. Ein Datensegment besteht jeweils aus 7 Bytes.

Beispiel für das Lesen eines Datensegmentes:

Telegramm 1

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x40	Leseanforderung, Einleitung	SDO Request
0x41	1 Datensegment vorhanden Die Anzahl der zu lesenden Bytes steht in den Bytes 4 bis 7.	SDO Response

Telegramm 2

CCD	Bedeutung	Gültig für
0x60	Leseanforderung	SDO Request
0x01	Kein weiteres Datensegment vorhanden. Die Bytes 1 bis 7 beinhalten die angeforderten Daten.	SDO Response

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.5.2 Lese SDO

„Domain Upload“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Lese SDOs								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	40h	Low	High	Byte	0	0	0	0

Das „Lese-SDO“ Telegramm muss an den Slave gesendet werden.

Der Slave antwortet mit folgendem Telegramm:

Antwort-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Lese SDOs								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	4xh	Low	High	Byte	Daten	Daten	Daten	Daten

Format-Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	1	0	0	n		1	1

n = Anzahl der Datenbytes (Bytes 4-7), welche keine Daten beinhalten.

Wenn nur 1 Datenbyte (Daten 0) Daten enthält, ist der Wert von Byte 0 = "4Fh".

Ist Byte 0 = 80h, wird die Übertragung abgebrochen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.5.3 Schreibe SDO

„Domain Download“ einleiten

Anforderungs-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 600h + Node-ID

Schreibe SDOs								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	2xh	Low	High	Byte	0	0	0	0

Format-Byte 0:

MSB LSB

7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**
0	0	1	0	n		1	1

n = Anzahl der Datenbytes (Bytes 4-7), welche keine Daten beinhalten.

Wenn nur 1 Datenbyte (Daten 0) Daten enthält, ist der Wert von Byte 0 = "2Fh".

Das „Schreibe-SDO“ Telegramm muss an den Slave gesendet werden.

Der Slave antwortet mit folgendem Telegramm:

Antwort-Protokoll-Format:

COB-Identifier = 580h + Node-ID

Lese SDOs								
Byte	0	1	2	3	4	5	6	7
Inhalt	Code	Index		Sub-index	Daten 0	Daten 1	Daten 2	Daten 3
	60h	Low	High	Byte	0	0	0	0

Ist Byte 0 = 80h, wird die Übertragung abgebrochen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.6 Netzwerkmanagement, NMT

Das Netzwerkmanagement unterstützt einen vereinfachten Hochlauf (Boot-Up) des Netzes. Mit einem einzigen Telegramm lassen sich z.B. alle Geräte in den Betriebszustand (Operational) versetzen.

Das Mess-System befindet sich nach dem Einschalten zunächst im "Vor-Betriebszustand", (2).

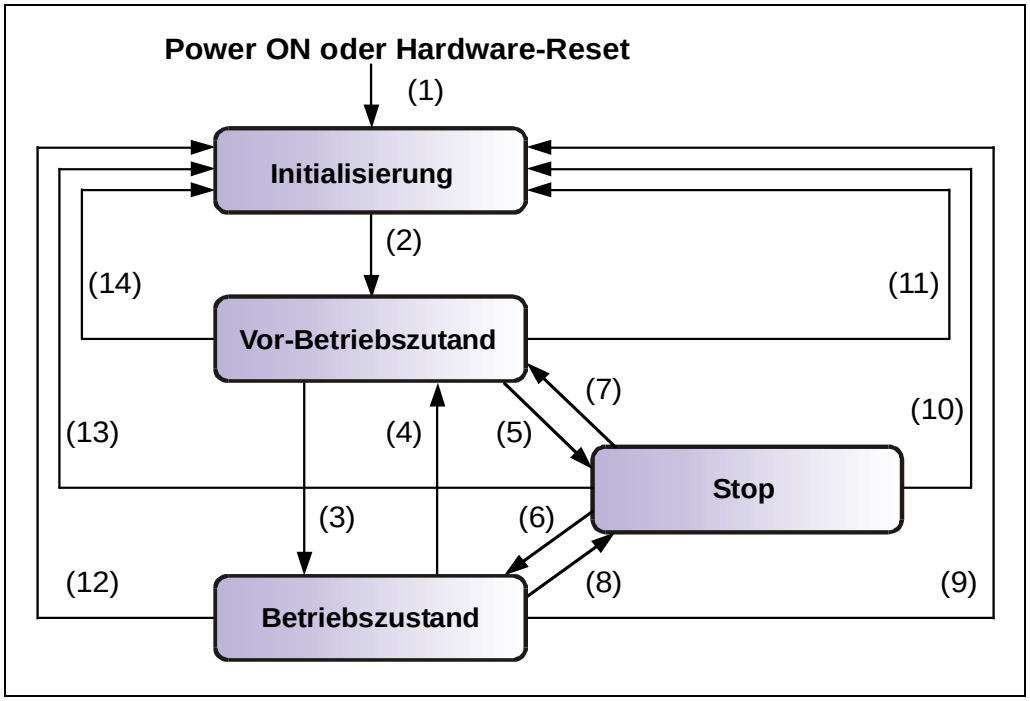


Abbildung 5: Boot-Up-Mechanismus des Netzwerkmanagements

Zustand	Beschreibung
(1)	Automatische Initialisierung nach dem Einschalten
(2)	Beendigung der Initialisierung --> Vor-Betriebszustand
(3),(6)	Start_Remote_Node --> Betriebszustand
(4),(7)	Enter_PRE-OPERATIONAL_State --> Vor-Betriebszustand
(5),(8)	Stop_Remote_Node --> Stop
(9),(10),(11)	Reset_Node --> Reset Knoten
(12),(13),(14)	Reset_Communication --> Reset Kommunikation

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.6.1 Netzwerkmanagement-Dienste

Das ***Network Management*** (***NMT***) hat die Aufgabe, Teilnehmer eines CANopen-Netzwerks zu initialisieren, die Teilnehmer in das Netz aufzunehmen, zu stoppen und zu überwachen.

NMT-Dienste werden von einem ***NMT-Master*** initiiert, der einzelne Teilnehmer (***NMT-Slave***) über deren Node ID anspricht. Eine NMT-Nachricht mit der Node ID 0 richtet sich an **alle** NMT-Slaves.

Das Mess-System entspricht einem NMT-Slave.

3.6.1.1 NMT-Dienste zur Gerätekontrolle

Die NMT-Dienste zur Gerätekontrolle verwenden die **COB-ID 0** und erhalten so die höchste Priorität.

Vom Datenfeld der CAN-Nachricht werden nur die ersten beiden Byte verwendet:

CCD	Node ID
Byte 0	Byte 1

Folgende Kommandos sind definiert:

CCD	Bedeutung	Zustand
-	Automatische Initialisierung nach dem Einschalten	(1)
-	Beendigung der Initialisierung --> PRE-OPERATIONAL	(2)
0x01	**Start Remote Node** Teilnehmer soll in den Zustand OPERATIONAL wechseln und damit den normalen Netzbetrieb starten	(3),(6)
0x02	**Stop Remote Node** Teilnehmer soll in den Zustand STOPPED übergehen und damit seine Kommunikation stoppen. Eine aktive Verbindungsüberwachung bleibt aktiv.	(5),(8)
0x80	**Enter PRE-OPERATIONAL** Teilnehmer soll in den Zustand PRE-OPERATIONAL gehen. Alle Nachrichten außer PDOs und SRDOs können verwendet werden.	(4),(7)
0x81	**Reset Node** Werte der Objekte 2xxxh bis 9xxxh werden auf die Einschaltwerte zurückgesetzt. Danach Übergang in den Zustand RESET COMMUNICATION.	(9),(10), (11)
0x82	**Reset Communication** Werte der Objekte 1xxxh werden auf die Einschaltwerte zurückgesetzt. Danach Übergang in den Zustand PRE-OPERATIONAL.	(12),(13), (14)

Tabelle 4: NMT-Dienste zur Gerätekontrolle

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.6.1.2 NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung

Mit der Verbindungsüberwachung kann ein NMT-Master den Ausfall eines NMT-Slave und/oder ein NMT-Slave den Ausfall des NMT-Master erkennen:

- **Node Guarding und Life Guarding:**
  Mit diesen Diensten überwacht ein NMT-Master einen NMT-Slave

Das **Node Guarding** wird dadurch realisiert, dass der NMT-Master in regelmäßigen Abständen den Zustand eines NMT-Slave anfordert. Das Toggle-Bit 2^7 im „Node Guarding Protocol“ toggelt nach jeder Abfrage:

Beispiel:
0x85, 0x05, 0x85 … --> kein Fehler
0x85, 0x05, 0x05 … --> Fehler

Ist zusätzlich das **Life Guarding** aktiv, erwartet der NMT-Slave innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls eine derartige Zustandsabfrage durch den NMT-Master. Ist dies nicht der Fall, kann über `Objekt 1029h: Error behavior` eingestellt werden, wie sich der Slave verhalten soll.

Die NMT-Dienste zur Verbindungsüberwachung verwenden den Funktionscode **`1110 bin`**, also die **COB-ID 0x700+Node ID**.

Index	Beschreibung	
0x100C	**Guard Time [ms]**	Spätestens nach Ablauf des Zeitintervalls **Life Time = Guard Time x Life Time Factor [ms]** erwartet der NMT-Slave eine Zustandsabfrage durch den Master. Ist die Life Time bzw. Guard Time = 0, ist das Life Guarding abgeschaltet.
0x100D	**Life Time Factor**	

Tabelle 5: Parameter für NMT-Dienste

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.7 Layer setting services (LSS) und Protokolle

Die LSS-Dienste und Protokolle unterstützen das Abfragen und Konfigurieren verschiedener Parameter des Data Link Layers und des Application Layers eines LSS-Slaves durch ein LSS-Master über das CAN Netzwerk.

Unterstützt werden folgende Parameter:

- Node-ID
- Baudrate
- LSS-Adresse, gemäß dem Identity Objekt 1018h

Somit ist es nicht mehr notwendig, die Node-ID bzw. Baudrate über die DIP-Schalter einzustellen. Der Zugriff auf den LSS-Slave erfolgt dabei über seine LSS-Adresse, bestehend aus:

- Vendor-ID
- Produkt-Code
- Revisions-Nummer und
- Serien-Nummer



Wird die Node-ID über den LSS-Dienst eingestellt und die HEX-Adressierungsschalter weisen gleichzeitig den Wert 0x00 auf, werden die COB-IDs unmittelbar auf ihre Standardwerte zurückgesetzt und die System-Konfiguration über Objekt 13FEh auf 00h = ungültig gesetzt:

- Prozessdaten-Objekte (PDOs),
siehe Subindex 1 Kap. 7.1.1 auf Seite 49

- Sicherheitsgerichtete Prozessdaten-Objekte (SRDOs),
siehe Subindex 5 und 6 Kap. 7.2.1 ab Seite 54

- EMCY-Nachrichten,
siehe Kap. 9.12 auf Seite 67

- Gültigkeit der System-Konfiguration,
siehe `Objekt 13FEh: Configuration valid` *Kap. 9.23 auf Seite 72*



Die LSS-Dienste und Protokolle sind standardisiert und in der CiA DS-305 V3.0.0 dokumentiert. Nachfolgende Beschreibung soll deshalb nur einen Überblick der vom Mess-System unterstützten Funktionalitäten vermitteln. Die zur Einstellung benötigten Dienste und Kommando-Codes sind im LSS-Master integriert und deshalb nicht Bestandteil dieser Beschreibung.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.7.1 Finite state automaton, FSA

Der FSA entspricht einer Zustandsmaschine und definiert das Verhalten eines LSS-Slaves. Gesteuert wird die Zustandsmaschine durch LSS COBs erzeugt durch einen LSS-Master, oder NMT COBs erzeugt durch einen NMT-Master, oder lokale NMT-Zustandsübergänge.

Der LSS FSA unterstützt folgende Zustände:
(0) Initial: Pseudo-Zustand, zeigt die Aktivierung des FSAs an
(1) LSS waiting: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben
(2) LSS configuration: Unterstützung aller Dienste wie unten angegeben
(3) Final: Pseudo-Zustand, zeigt die Deaktivierung des FSAs an

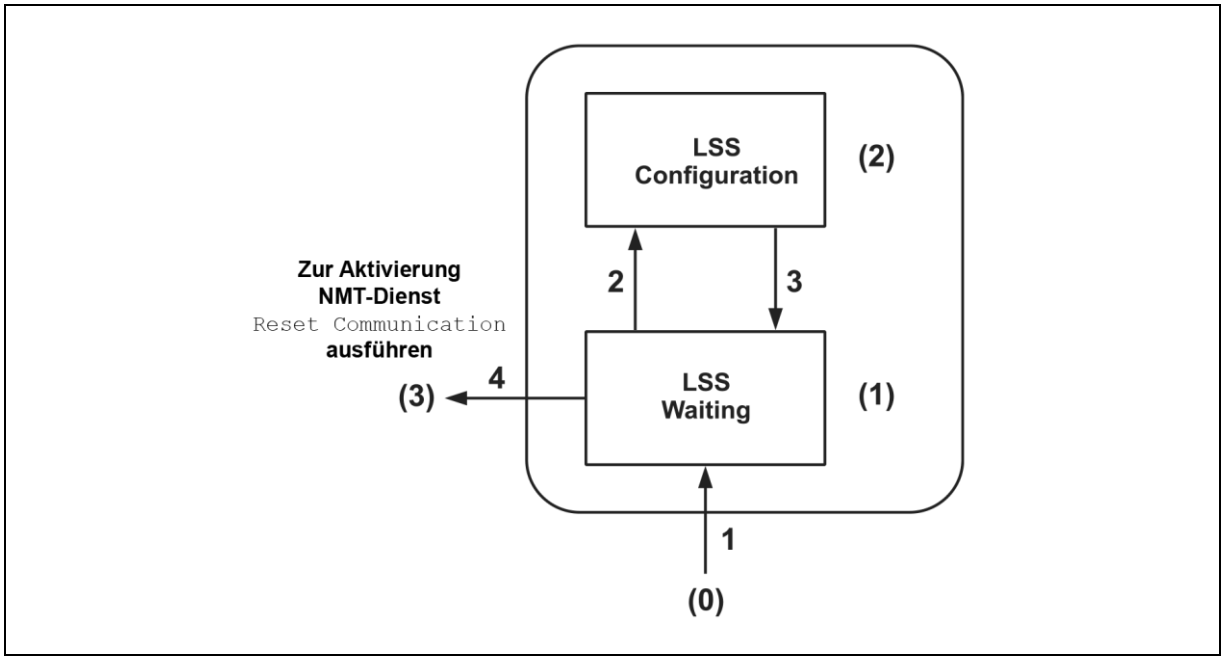


Abbildung 6: LSS FSA Zustandsmaschine

Zustandsverhalten der unterstützten Dienste

Dienste	LSS Waiting	LSS Configuration
Switch state global	Ja	Ja
Switch state selective	Ja	Nein
Activate bit timing parameters	Nein	Ja
Configure bit timing parameters	Nein	Ja
Configure Node-ID	Nein	Ja
Store configured parameters	Nein	Ja
Inquire LSS address	Nein	Ja
Inquire Node-ID	Nein	Ja
LSS identify remote slave	Ja	Ja
LSS identify slave	Ja	Ja
LSS identify non-configured remote slave	Ja	Ja
LSS identify non-configured slave	Ja	Ja
LSS Fastscan	Ja	Nein

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

LSS FSA Zustandsübergänge

Übergang	Ereignisse	Aktionen
1	Automatischer Übergang nach der Initialisierung beim Eintritt entweder in den NMT PRE-OPERATIONAL Zustand oder NMT STOPPED Zustand, oder NMT RESET COMMUNICATION Zustand mit Node-ID = FFh.	keine
2	LSS 'switch state global' Kommando mit Parameter 'configuration_switch' oder 'switch state selective' Kommando	keine
3	LSS 'switch state global' Kommando mit Parameter 'waiting_switch'	keine
4	Automatischer Übergang, wenn eine ungültige Node-ID geändert wurde und die neue Node-ID erfolgreich im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden konnte UND der Zustand LSS waiting angefordert wurde.	keine

Sobald das LSS FSA weitere Zustandsübergänge im NMT FSA von NMT PRE-OPERATIONAL auf NMT STOPPED und umgekehrt erfährt, führt dies nicht zum Wiedereintritt in den LSS FSA.

3.7.2 Übertragung von LSS-Diensten

Über die LSS-Dienste fordert der LSS-Master die einzelnen Dienste an, welche dann durch den LSS-Slave ausgeführt werden. Die Kommunikation zwischen LSS-Master und LSS-Slave wird über die implementierten LSS-Protokolle vorgenommen.
Ähnlich wie bei der SDO-Übertragung, werden auch hier zwei COB-IDs für das Senden und Empfangen benutzt:

COB-ID	Bedeutung
0x7E4	**LSS-Slave → LSS-Master**
0x7E5	**LSS-Master → LSS-Slave**

Tabelle 6: COB-IDs für Layer Setting Services (LSS)

3.7.2.1 LSS-Nachrichtenformat

Der maximal 8 Byte lange Datenbereich einer CAN-Nachricht wird von einem LSS-Dienst wie folgt belegt:

CS	Daten						
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7

Tabelle 7: LSS-Nachricht

Byte 0 enthält die ***Command-Specifier*** (CS), danach folgen 7 Byte für die Daten.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

3.8 Geräteprofil

Die CANopen Geräteprofile beschreiben das "was" der Kommunikation. In ihnen wird die Bedeutung der übertragenen Daten eindeutig und hersteller-unabhängig festgelegt. So lassen sich die Grundfunktionen einer jeden Geräteklasse z.B. für Encoder: ***CiA DS406***, einheitlich ansprechen. Auf der Grundlage dieser standardisierten Profile kann auf identische Art und Weise über den Bus auf CANopen Geräte zugegriffen werden. Damit sind Geräte, die dem gleichen Geräteprofil folgen, weitgehend untereinander austauschbar.

Weitere Informationen zum CANopen erhalten Sie auf Anfrage von der ***CAN in Automation*** Nutzer- und Herstellervereinigung (CiA) unter nachstehender Adresse:

CAN in Automation e. V.
Kontumazgarten 3
DE - 90429 Nuremberg, Germany

Tel. +49-911-928819-0
Fax +49-911-928819-79

Website: www.can-cia.org
E-Mail: headquarters@can-cia.org

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

4 CANopen Safety / Vorgaben zyklischer Datenaustausch



Die hier gemachten Angaben dienen lediglich zur Orientierung, Zuordnung bzw. Vorgehensweise und ersetzen in keinem Fall die in der Norm EN 50325-5 enthaltenen Informationen.

Nähere Informationen zum Thema „Sicherheitsgerichtetes Kommunikationsprofil und Protokolle“ oder generelle Informationen zum Thema „Sicherheitsbezogene Kommunikation“ sind direkt aus der Norm zu entnehmen.

Im Jahr 2010 wurde das CANopen-Sicherheitsprotokoll (CiA 304) als europäische Norm EN 50325-5 veröffentlicht. CANopen Safety wurde entwickelt, um sicherheitsrelevante Kommunikation auf Basis von CAN gemäß EN 61508 bzw. gemäß EN ISO 13849-1 zu ermöglichen. Dabei können sicherheitsgerichtete Geräte bis „SIL3/SIL CL3“ (SIL-Level) bzw. „PLe/Kat.4“ (Performance-Level) unterstützt werden.

Das Protokoll ermöglicht es, sicherheitsgerichtete Geräte neben NICHT-sicherheitsgerichteten Geräten in einem CANopen-Netzwerk zu betreiben. Die Sicherheitsfunktionen werden über spezielle Kommunikationsobjekte, den SRDO´s (safety related data objects) realisiert.

Ähnlich wie bei Standard PDO´s, werden bei SRDO´s zyklische Daten im Zustand OPERATIONAL ausgetauscht. Der zeitliche Abstand zwischen zwei SRDO´s wird jedoch u.a. durch eine Überwachungszeit bestimmt. Ebenso wie bei PDO´s, wird die Konfiguration von SRDO´s über SDO`s vorgenommen. Es wird jedoch empfohlen, dass sicherheitsgerichtete SRDO-Mapping toolgestützt, über ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug, vorzunehmen. Stellt das Steuerungssystem kein solches Konfigurationswerkzeug zur Verfügung, kann das von TR Electronic zur Verfügung gestellte Konfigurationswerkzeug TR CAN Device TOOL benutzt werden, siehe Kap. 6.2 auf Seite 48.

Das Mess-System unterstützt die Kommunikationsobjekte 1301h (SRDO1), 1302h (SRDO2) und 1303h (SRDO3). Diese können je nach Konfiguration entweder für das Senden oder für das Empfangen von zyklischen Daten verwendet werden. Vorgesehen ist die Übertragung der sicherheitsgerichteten Position, Geschwindigkeit, Presetwert und Status, sowie die sichere Ausführung der Preset-Funktion.
Die Konfiguration hierfür wird über das frei einstellbare Mapping der Mappingobjekte 1381h (SRDO1), 1382h (SRDO2) und 1383h (SRDO3) vorgenommen.

4.1 Übertragung von sicherheitsgerichteten Prozessdaten (SRDO)

Ein SRDO besteht immer aus zwei CAN-Telegrammen. Für die Übertragung muss folgendes beachtet werden:

- Die COB-ID´s der zwei CAN-Telegramme in den Kommunikationsobjekten 1301h-1303h unterscheiden sich in mindestens zwei Bitpositionen. Die COB-ID des CAN-Telegramms mit den normalen Daten ist immer ungerade. Die COB-ID des CAN-Telegramms mit den invertierten Daten ist immer der darauffolgende gerade Wert.
- Die Daten der zwei CAN-Telegramme in den Mappingobjekten 1381h-1383h sind redundant. Jedoch müssen die Daten des zweiten CAN-Telegramms bitweise invertiert übertragen werden.
- Die Reihenfolge der zwei CAN-Telegramme eines SRDO´s muss eingehalten werden. Zuerst erfolgt die Übertragung der normalen Daten und anschließend folgt die Übertragung der invertierten Daten.
- SRDO´s werden zyklisch übertragen, wobei die Zeit zwischen zwei SRDO´s durch den Parameter Refresh time / Safeguard Cycle Time (SCT) in den Kommunikationsobjekten 1301h-1303h Subindex 2 bestimmt wird, siehe auch nachfolgende Abbildung 7.
- Der zeitliche Abstand der zwei CAN-Telegramme eines SRDO´s darf die Safety Related Object Validation Time (SRVT) nicht überschreiten. Die Validierungszeit wird in den Kommunikationsobjekten 1301h-1303h Subindex 3 vorgegeben, siehe auch nachfolgende Abbildung 8.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Auf Empfängerseite muss die Gültigkeit von SRDO´s überprüft werden. Hierzu ist die zeitliche und logische Abfolge der CAN-Telegramme eines SRDO´s mit den Einstellungen der Kommunikationsparameter der SRDO-Verbindung zu vergleichen. Anschließend muss eine Verifizierung der Nutzdaten erfolgen. Erkannte Fehler müssen dabei zum Wechsel in den sicheren Zustand der zugeordneten Sicherheitsfunktion führen. Der sichere Zustand ist in Abhängigkeit der Applikation durch den Anwender zu definieren.

Die Eigenschaften der SRDO´s (COB-ID, SCT, SRVT, Mapping) sind im Objektverzeichnis hinterlegt und sind über eine CRC (16- Bit cyclic redundant check) auf Gültigkeit zu überprüfen. Die Ablage der CRC-Berechnungen (Signaturen) geschieht über Objekt 13FFh.

Gemäß EN 50325-5 sind bei der SRDO-Kommunikation max. 64 SRDO-Producer (Teilnehmer) möglich.

Refresh Time / SCT (1301h-1303h, Subindex 2)

Die Refresh Time / SCT legt den Abstand zwischen zwei Übertragungen eines SRDOs fest, d.h. der Abstand zwischen den jeweils ersten CAN-Nachrichten eines SRDOs.

Für Sende-SRDOs bedeutet der Parameter die Zeit (Refresh time) zwischen zwei SRDO-Übertragungen.

Bei Empfangs-SRDOs ist es die maximale Zeit (SCT), die zwischen zwei Übertragungen des SRDOs liegen darf, damit das SRDO als gültig erkannt wird.

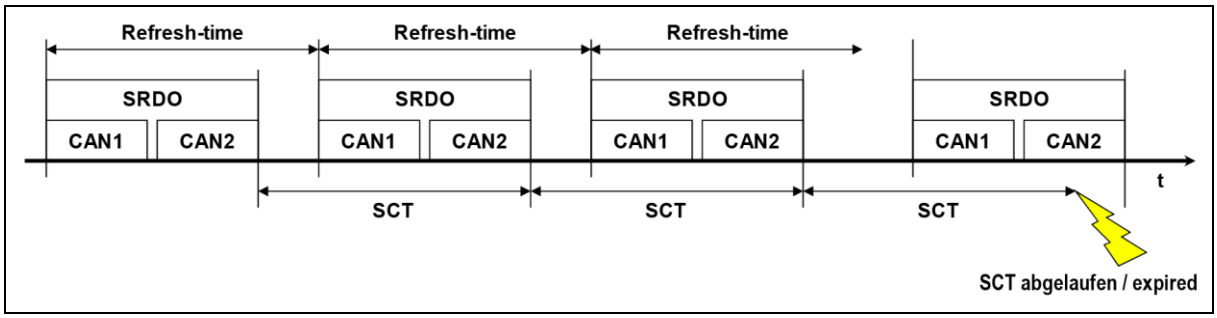


Abbildung 7: Refresh time / SCT

SRVT (1301h-1303h, Subindex 3)

Die SRVT legt den maximalen Abstand zwischen den zwei CAN-Nachrichten eines Empfangs-SRDO fest, d.h. die Zeit zwischen der Nachricht mit den normalen Daten und der Nachricht mit den bitweise invertierten Daten. Sende-SRDOs werden direkt hintereinander gesendet.

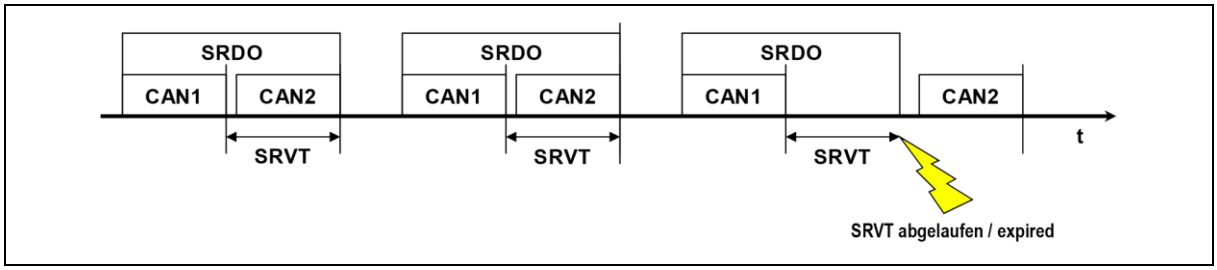


Abbildung 8: SRVT

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

4.2 System-Konfiguration gültig setzen

Über Objekt 13FEh: Configuration valid wird angezeigt, ob die System-Konfiguration des Mess-Systems Gültigkeit hat oder nicht:

- A5h: System-Konfiguration ist gültig
- 00h: System-Konfiguration ist ungültig

Jeglicher Schreibzugriff, auch mit gleichem Dateninhalt, auf ein sicherheitsrelevantes Kommunikationsobjekt (1301h-1303h), falsche CRC-Signaturen oder wenn sich das Objekt 3010h: Active mode im Zustand 00h = AUS, kein Mapping aktiv bzw. 03h = ERROR befindet, führen automatisch zu einer ungültigen System-Konfiguration. Das Mess-System befindet sich dann im sicheren Zustand gemäß Kap. „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141.



Nur mit einer gültig gesetzten System-Konfiguration können zyklische PDO- bzw. SRDO-Daten im NMT-Zustand OPERATIONAL übertragen werden.

Voraussetzungen / Vorgehensweise

1. Der vorherrschende Mode für den TR-Mode bzw. CiA DS406 – Mode muss richtig konfiguriert worden sein, siehe Kap. „Mode Umschaltung TR / CiA DS406 Encoder Profil“ auf Seite 59.

   Ist die Konfiguration abgeschlossen, kann für jedes konfigurierte SRDO die CRC-Signatur berechnet werden und in die entsprechenden Subindizes in Objekt 13FFh: Safety configuration signature geschrieben werden.

2. Die zum vorherrschenden Mode dazugehörigen sicherheitsgerichteten anwendungsspezifischen Parameter müssen auf gültig gesetzt sein, bzw. müssen die eingetragenen CRC-Signaturen für den eingestellten Parameterdatensatz passen:

   Befindet man sich im TR-Mode, müssen dafür die Parameter unter Objekt 2410h: TR safety configuration parameter den anwendungsspezifischen Anforderungen entsprechend angepasst werden, die für die vorherrschende Einstellung erforderliche CRC-Signatur berechnet werden und in Objekt 24FFh: TR safety configuration signature eingetragen werden. Danach ist die Konfiguration über Objekt 24FEh: TR safety configuration valid mit dem Wert = A5h auf gültig zu setzen.

   Befindet man sich im CiA DS406 – Mode, müssen dafür die Parameter unter Objekt 6100h: Safety position configuration parameters bzw. Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters den anwendungsspezifischen Anforderungen entsprechend angepasst werden, die für die vorherrschende Einstellung erforderliche CRC-Signatur berechnet werden und in Objekt 61FFh: Safety application configuration signature eingetragen werden. Danach ist die Konfiguration über Objekt 61FEh: Safety application configuration valid mit dem Wert = A5h auf gültig zu setzen.

3. Nachdem die **Mapping-Konfiguration und anwendungsspezifische Parameter-Konfiguration** abgeschlossen ist, kann die **System-Konfiguration** über Objekt 13FEh: Configuration valid insgesamt mit dem Wert = A5h auf gültig gesetzt werden.

   Mit dem Schreiben des Wertes über eine SDO-WRITE-REQUEST finden umfangreiche Überpüfungen statt. In die Überprüfung werden jedoch nur Mapping-Einstellungen mit einbezogen, die auch aktiv geschaltet worden sind. Nicht aktiv geschaltete Mapping-Einstellungen werden ignoriert und führen daher nicht zu einer ungültigen System-Konfiguration. Wurden bei den Überprüfungen keine Fehler festgestellt, antwortet das Mess-System nach ca. 800 ms mit einer entsprechenden SDO-WRITE-RESPONSE (0x60). Wurden Fehler festgestellt, antwortet das Mess-System mit einem entsprechenden ABORT-CODE (0x80 + 4 Byte Fehlercode).



Eine Zustandsabfrage über die aktuelle Mapping-Konfiguration kann über Objekt 3010h: Active mode vorgenommen werden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

5.1 Grundsätzliche Regeln

⚠WARNUNG ***Außerkraftsetzen der Sicherheitsfunktion durch leitungsgebundene Störquellen!***

- Alle Teilnehmer der sicherheitsgerichteten Kommunikation müssen nach IEC 61010 zertifiziert sein oder eine entsprechende Konformitätserklärung vorweisen können.
- Alle Sicherheitsgeräte müssen darüber hinaus ein Zertifikat eines „Notified Bodies“ (z.B. TÜV, BIA, HSE, INRS, UL, etc.) vorweisen können.
- Die eingesetzten 24V Stromversorgungen müssen die Anforderungen gemäß IEC 60364-4-41 SELV/PELV einhalten und in UL-Applikationen NEC Klasse 2 konform sein.
- Die Schirmwirkung von Kabeln muss auch nach der Montage (Biegeradien/Zugfestigkeit!) und nach Steckerwechseln garantiert sein. Im Zweifelsfall ist flexibleres und höher belastbares Kabel zu verwenden.
- Für den Anschluss des Mess-Systems sind nur M12-Steckverbinder zu verwenden, die einen guten Kontakt vom Kabelschirm zum Steckergehäuse gewährleisten. Der Kabelschirm ist mit dem Steckergehäuse großflächig zu verbinden.
- Ausgleichsströme infolge von Potenzialunterschieden über den Schirm zum Mess-System müssen vermieden werden.
- Um eine hohe Störfestigkeit des Systems gegen elektromagnetische Störstrahlungen zu erzielen, muss eine geschirmte und verseilte Datenleitung verwendet werden. Der Schirm sollte möglichst beidseitig und gut leitend über großflächige Schirmschellen an Schutzerde angeschlossen werden. Nur wenn die Maschinenerde gegenüber der Schaltschrankerde stark mit Störungen behaftet ist, sollte man den Schirm einseitig im Schaltschrank erden.
- Für die gesamte Verarbeitungskette der Anlage müssen Potenzialausgleichsmaßnahmen vorgesehen werden.
- Empfehlung, wenn kein spezielles CAN-Hybridkabel benutzt wird: Getrennte Verlegung von Kraft- und Signalleitungen. Bei der Installation sind die nationalen Sicherheits- und Verlegerichtlinien für Daten- und Energiekabel zu beachten.
- Beachtung der Herstellerhinweise bei der Installation von Umrichtern, Schirmung der Kraftleitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor.
- Ausreichende Bemessung der Energieversorgung.
- Empfehlung: Vor Aufnahme des Serienbetriebs ist das CANopen-Netzwerk auf ausreichende Bandbreitenreserven (Buslast-Bestimmung) hin zu überprüfen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Es wird empfohlen, nach Abschluss der Montagearbeiten eine visuelle Abnahme mit Protokoll zu erstellen. Wenn immer möglich, sollte mittels geeignetem Bus-Analyse-Werkzeug die Qualität des Netzwerks festgestellt werden.



Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die

- *ISO 11898,*
- *DIN EN IEC 61918*
  (Industrielle Kommunikationsnetze, gemeinsamer Teil)
- *die Empfehlungen der CiA DR 303-1*
  (CANopen cabling and connector pin assignment)
- *und die darin referenzierten Dokumente zu beachten!*

Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten!

5.2 Kabelspezifikation

Das CANopen System wird in Bustopologie mit Abschlusswiderständen (120 Ohm) am Anfang und am Ende verkabelt. Stichleitungen sollten möglichst vermieden werden. Das Kabel ist als geschirmtes Twisted Pair Kabel auszuführen und sollte eine Wellenwiderstand von 120 Ohm und einen Widerstand von 70 mΩ/m bei einer max. Buslänge von 40 m haben. Die Datenübertragung erfolgt über die differentiellen Signale CAN-H und CAN-L und sind galvanisch von der Versorgungsmasse (0V) getrennt. Optional kann auch eine 24 Volt Versorgungsspannung mitgeführt werden.

In einem CANopen Netzwerk können maximal **127** Teilnehmer angeschlossen werden. Das Mess-System unterstützt den Node-ID Bereich von 1–127. Die Übertragungsgeschwindigkeit lässt sich eingeschränkt per DIP-Schalter und vollumfänglich über LSS Protokoll oder SDO einstellen und unterstützt die folgenden Baudraten:

- 50 kbit/s
- 100 kbit/s
- **1)** 125 kbit/s
- **1)** 250 kbit/s
- **1)** 500 kbit/s
- 800 kbit/s
- **1)** 1 Mbit/s

1) zusätzlich zu LSS/SDO über DIP-Schalter einstellbar

Die Länge eines CANopen Netzwerkes ist abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit und ist nachfolgend dargestellt:

Kabelquerschnitt	50 kbit/s	100 kbit/s	125 kbit/s	250 kbit/s	500 kbit/s	800 kbit/s	1 Mbit/s
0.25 mm^2 – 0.34 mm^2	1000 m	ca. 600 m	500 m	250 m	100 m	50 m	25 m

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.3 Anschluss – Hinweise

Die Steckerbelegung ist abhängig von der Geräteausführung und ist deshalb bei jedem Mess-System auf dem Typenschild als Steckerbelegungsnummer vermerkt: TR-ECE-TI-DGB-0387

Download: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0387

Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems durch Eindringen von Feuchtigkeit!

⚠WARNUNG

ACHTUNG

- Bei der Lagerung, sowie im Betrieb des Mess-Systems, sind nicht benutzte Anschluss-Stecker entweder mit einem Gegenstecker oder mit einer Schutzkappe zu versehen. Die IP-Schutzart ist den Anforderungen entsprechend auszuwählen.
- Verschluss-Elemente mit O-Ring:
  Beim Wiederverschließen sind das Vorhandensein und der korrekte Sitz des O-Rings zu überprüfen.
- Passende Schutzkappen siehe Kapitel Zubehör im Sicherheitshandbuch.

5.3.1 Versorgungsspannung

ACHTUNG

Gefahr von unbemerkten Beschädigungen an der internen Elektronik, durch unzulässige Überspannungen!

- Das eingesetzte Netzteil muss den Anforderungen
  - nach SELV/PELV genügen (IEC 60364-4-41:2005)
  - nach NEC Class 2 ausgeführt sein,
    siehe auch Kapitel „UL / CSA-Zulassung“ im Sicherheitshandbuch

---

Kabelspezifikation: min. 0,34 mm^2 (empfohlen 0,5 mm^2). Generell ist der Kabelquerschnitt mit der Kabellänge abzugleichen. Beim Einsatz in besonders empfindlichen EMV-Umgebungen wird der Einsatz einer geschirmten Leitung empfohlen.

Von TR Electronic angebotene und empfohlene vorkonfektionierte Hybridleitungen:
www.tr-electronic.de/f/TR-E-TI-DGB-0216

5.3.2 Optionale Zusatzschnittstellen (Inkremental, SSI)

Kabelspezifikation: min. 0.25 mm^2 und geschirmt.
Zur Sicherstellung der Signalqualität und zur Minimierung möglicher Umwelteinflüsse wird jedoch empfohlen, zusätzlich ein paarig verseiltes Kabel zu verwenden.

5.4 Bus-Terminierung

Ist das Mess-System der letzte Teilnehmer im CAN-Segment, ist der Bus durch einen externen Abschlusswiderstand von 120 Ohm abzuschließen. TR Electronic bietet hierzu einen entsprechenden Terminierungsstecker (M12x1, 5-polig, A-kodiert) an, der direkt in die CAN_OUT Flanschdose eingesteckt werden kann: Art.-Nr. 62-000-1366

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.5 Einstellen der Node-ID und Baudrate

Die Node-ID und Baudrate können über

- Hardware-Schalter, siehe Steckerbelegung TR-ECE-TI-DGB-0387
- LSS-Dienste, siehe Kap. „Layer setting services (LSS) und Protokolle“ ab Seite 28
- oder SDOs, siehe Kap. „Objekt 3000h: Node-ID“ auf Seite 110 und Kap. „Objekt 3001h: Baudrate“ auf Seite 110

eingestellt werden.

Der gültige Node-ID Adressbereich ist über zwei HEX-Drehschalter 16^0 und 16^1 gemäß Steckerbelegung TR-ECE-TI-DGB-0387 von 1 bis 127 (01h…7Fh) einstellbar. Für die Einstellung der Baudrate sind zwei DIP-Schalter 2^0 und 2^1 vorgesehen. Gemäß Steckerbelegung lassen sich damit die vier Baudraten 125/250/500 und 1000 kBit/s einstellen.
Beide Hardware-Schalter werden nur im Einschaltmoment gelesen, Änderungen während des Betriebs werden deshalb nicht angenommen.

Die HEX-Drehschalter Einstellung 00h bewirkt, dass das Mess-System beim Neustart die Einstellungen für die Node-ID und Baudrate aus dem internen EEProm-Speicher bezieht. Die Standardeinstellungen hierfür sind Node-ID = 1 und Baudrate = 250 kbit/s. Werden die Einstellungen über LSS-Dienste oder SDO´s vorgenommen, werden die (Standard)-Einstellungen im EEProm-Speicher mit diesen Werten überschrieben.

Einstellungen der zwei HEX-Drehschalter im Bereich von 80h bis FFh bewirken, dass das Mess-System direkt in den LSS Waiting Mode (ERR LED = Flickering) versetzt wird und auf LSS-Anfragen reagiert. Die Node-ID wird dabei auf FFh gesetzt, die Baudrate entspricht dem eingestellten DIP-Schalter Wert.

Im Auslieferungszustand sind die Schaltereinstellungen aktiv, die Node-ID hat die Adresse 1 und die Baudrate ist auf 250 kBit/s eingestellt.

Einstellungen mittels LSS oder SDOs können, unabhängig von den Schaltereinstellungen, immer vorgenommen werden. Die über LSS oder SDOs eingestellten Werte sind sofort aktiv und überschreiben den über die Hardware-Schalter eingestellten Wert. Nach einem Neustart ist jedoch wieder der über die Hardware-Schalter eingestellte Wert aktiv, wenn die HEX-Drehschalter auf ≠ 0 eingestellt sind.

---

1. *Wird die Node-ID über LSS bzw. über SDO eingestellt und die HEX-Adressierungsschalter weisen gleichzeitig den Wert 0x00 auf,*

oder

2. *wenn beim Einschalten der Versorgungsspannung festgestellt wurde, dass sich die Schalterstellung gegenüber dem Betrieb verändert hat,*

werden die COB IDs unmittelbar auf ihre Standardwerte zurückgesetzt und die System-Konfiguration über Objekt 13FEh auf 00h = ungültig gesetzt:



- Prozessdaten-Objekte (PDOs),
siehe Subindex 1 Kap. 7.1.1 auf Seite 49

- Sicherheitsgerichtete Prozessdaten-Objekte (SRDOs),
siehe Subindex 5 und 6 Kap. 7.2.1 ab Seite 54

- EMCY-Nachrichten,
siehe Kap. 9.12 auf Seite 67

- Gültigkeit der System-Konfiguration,
siehe Objekt 13FEh: Configuration valid Kap. 9.23 auf Seite 72

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.6 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle (optional)

Zusätzlich zur CANopen – Schnittstelle, für die Ausgabe der Absolut-Position, kann das Mess-System mit einer zusätzlichen Inkremental Schnittstelle ausgestattet sein.

Einstellbare Parameter, siehe Kapitel 10.3 ab Seite 106.

Alternativ kann diese auch als SIN/COS Schnittstelle ausgeführt werden. Diese Schnittstelle ist nicht parametrierbar.

⚠WARNUNG ***Diese zusätzliche Schnittstelle ist sicherheitstechnisch nicht bewertet und darf nicht für sicherheitsgerichtete Zwecke eingesetzt werden!***

- ➢ Die Schnittstelle wird in der Regel bei Motorsteuerungsanwendungen als Positionsrückführung verwendet.

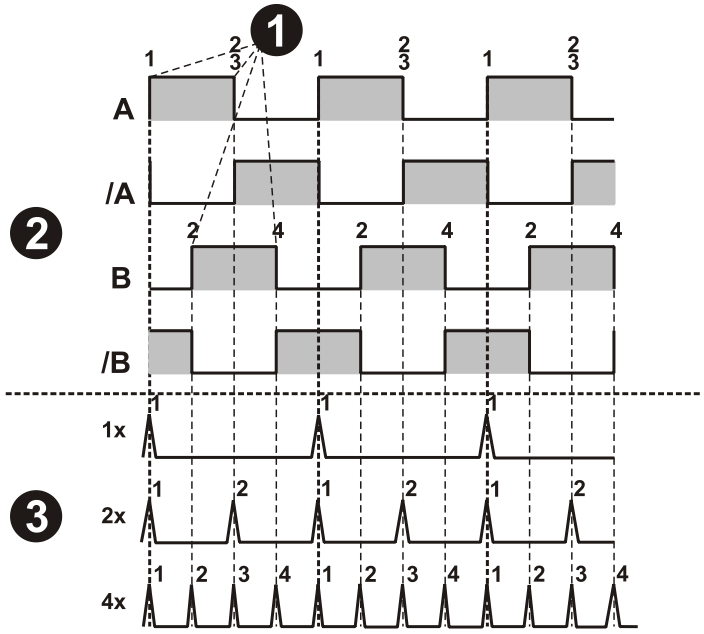
ACHTUNG ***Gefahr von Beschädigungen an der Folgeelektronik durch Überspannungen, verursacht durch einen fehlenden Massebezugspunkt!***

- Fehlt der Massebezugspunkt völlig, z.B. 0 V der Spannungsversorgung nicht angeschlossen, können an den Ausgängen dieser Schnittstelle Spannungen in Höhe der Versorgungsspannung auftreten.
  - ➢ Es muss gewährleistet werden, dass zu jeder Zeit ein Massebezugspunkt vorhanden ist,
  - ➢ bzw. müssen vom Anlagenbetreiber entsprechende Schutzmechanismen für die Folgeelektronik vorgesehen werden.

Nachfolgend werden die Signalverläufe der beiden möglichen Schnittstellen aufgezeigt.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

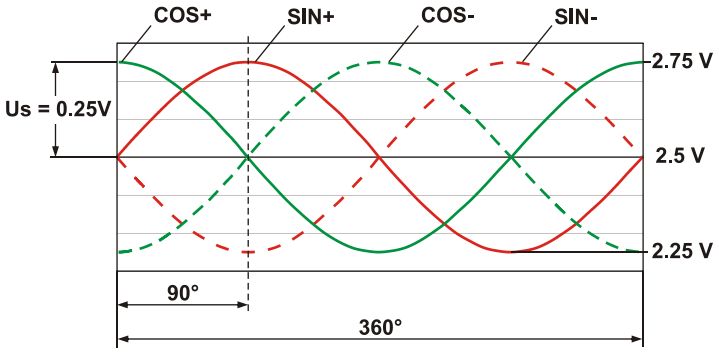
5.6.1 Signalverläufe



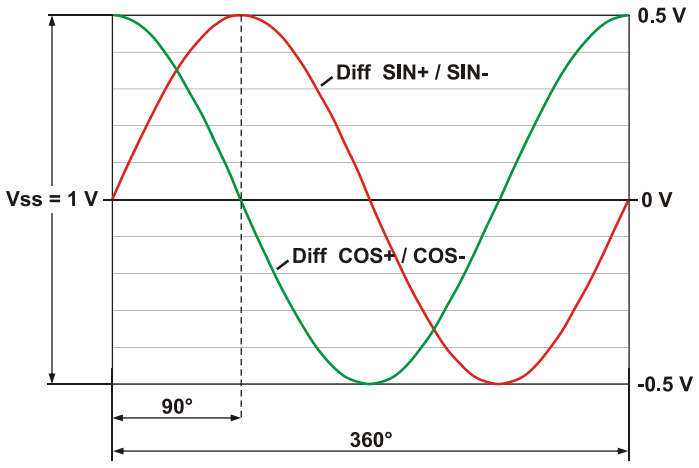
1: Flankenauswertung
2: Mess-System mit
1024 Impulsen/Umdr.
3: Zähler-Auswertung

1x: 1024 Zählimpulse/Umdr.
2x: 2048 Zählimpulse/Umdr.
4x: 4096 Zählimpulse/Umdr.

Abbildung 9: Zähler-Auswertung, Inkremental Schnittstelle



Messung der Signale
gegen 0 V



Differenzmessung

Abbildung 10: Pegeldefinition, SIN/COS Schnittstelle

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.6.2 HTL- / TTL - Pegel (optional)

Optional ist die Inkrementale Schnittstelle auch mit HTL-Pegeln bzw. mit TTL-Pegeln erhältlich. Technisch bedingt muss der Anwender bei diesen Varianten folgende Randbedingungen betrachten: Umgebungstemperatur, Kabellänge, Kabelkapazität, Versorgungsspannung und Ausgabefrequenz.
Die maximal erreichbaren Ausgabefrequenzen über die Inkrementale Schnittstelle sind dabei eine Funktion der Kabelkapazität, der Versorgungsspannung und der Umgebungstemperatur. Der Einsatz dieser Schnittstelle ist deshalb nur dann sinnvoll, wenn die Schnittstellen-Eigenschaften den technischen Anforderungen genügen.

Aus Sicht des Mess-Systems stellt das Übertragungskabel eine kapazitive Last dar, welche mit jedem Impuls umgeladen werden muss. Die dafür notwendige Ladungsmenge variiert in Abhängigkeit der Kabelkapazität drastisch. Genau diese Umladung der Kabelkapazitäten ist für die hohe Verlustleistung und Wärme verantwortlich, die dabei im Mess-System anfällt.

Nachfolgende Schaubilder zeigen die unterschiedlichen Abhängigkeiten in Bezug auf drei unterschiedliche Versorgungsspannungen auf, getrennt nach TTL-Version und HTL-Version.



Bei den Messungen wurde die TR-eigene Hybridleitung (Art.Nr.: 64-200-021) verwendet.

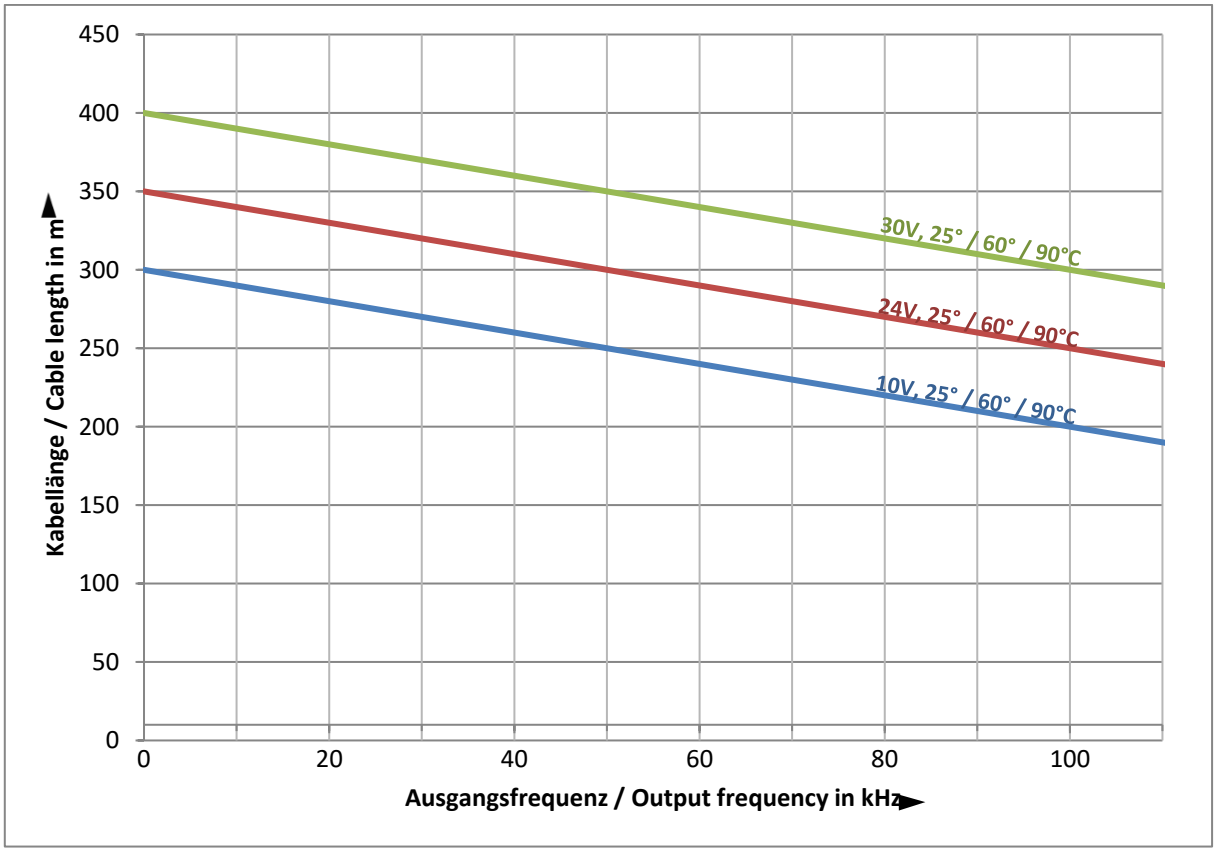


Abbildung 11: Kabellängen / Grenzfrequenzen, TTL-Version

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

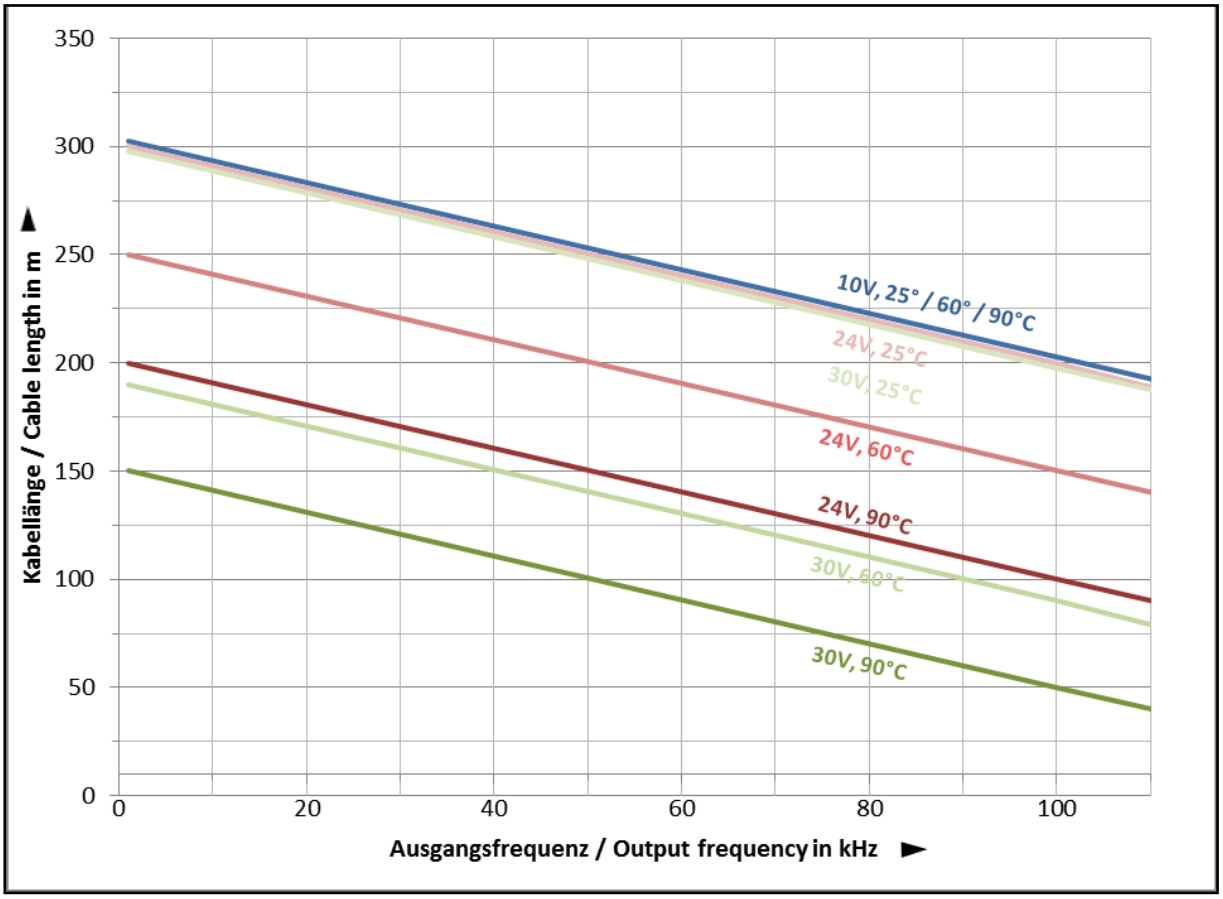


Abbildung 12: Kabellängen / Grenzfrequenzen, HTL-Version

Andere Kabelparameter, Frequenzen und Umgebungstemperaturen, sowie Lagerwärme und Temperatureintrag über die Welle und Flansch, können in der Praxis ein deutlich schlechteres Ergebnis ergeben.

Die fehlerfreie Funktion der Inkremental Schnittstelle mit den applikationsabhängigen Parametern ist daher vor dem Produktivbetrieb zu überprüfen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.7 SSI-Schnittstelle (optional)

Optional, statt der Inkremental-Schnittstelle, kann das Mess-System zusätzlich zur CANopen – Schnittstelle mit einer synchron-seriellen absoluten SSI-Schnittstelle ausgestattet sein.

Einstellbare Parameter, siehe Kapitel 10.3 ab Seite 106.

⚠WARNUNG ***Diese zusätzliche Schnittstelle ist sicherheitstechnisch nicht bewertet und darf nicht für sicherheitsgerichtete Zwecke eingesetzt werden!***

- Die Schnittstelle wird in der Regel für Kontrollzwecke für die Übergabe der Absolutwertdaten an eine zweite nicht-sicherheitsgerichtete Steuerung verwendet.

5.7.1 Signalverlauf

Im Ruhezustand liegen Daten+ und Takt+ auf High. Dies entspricht der Zeit vor Punkt **(1)** im unten angegebenen Schaubild.

Mit dem ersten Wechsel des Takt-Signals von High auf Low **(1)** wird das Geräte-interne re-triggerbare Monoflop mit der Monoflopzeit t_M gesetzt.
Die Zeit t_M bestimmt die unterste Übertragungsfrequenz ($T = t_M / 2$). Die obere Grenzfrequenz ergibt sich aus der Summe aller Signallaufzeiten und wird zusätzlich durch die eingebauten Filterschaltungen begrenzt.

Mit jeder weiteren fallenden Taktflanke verlängert sich der aktive Zustand des Monoflops um die Zeit t_M, zuletzt ist dies bei Punkt **(4)** der Fall.
Mit dem Setzen des Monoflops **(1)** werden die am internen Parallel-Seriell-Wandler anstehenden bit-parallelen Daten durch ein intern erzeugtes Signal in einem Eingangs-Latch des Schieberegisters gespeichert. Damit ist sichergestellt, dass sich die Daten während der Übertragung eines Positionswertes nicht mehr verändern.

Mit dem ersten Wechsel des Taktsignals von Low auf High **(2)** wird das höchstwertige Bit (MSB) der Geräteinformation an den seriellen Datenausgang gelegt. Mit jeder weiteren steigenden Flanke wird das nächst niederwertigere Bit an den Datenausgang geschoben.
Nach beendeter Taktfolge werden die Datenleitungen für die Dauer der Monozeit t_M **(4)** auf 0V (Low) gehalten. Dadurch ergibt sich auch die Pausenmindestzeit t_p, die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Taktsequenzen eingehalten werden muss und beträgt $2 * t_M$.

Bereits mit der ersten steigenden Taktflanke werden die Daten von der Auswerteelektronik eingelesen. Bedingt durch verschiedene Faktoren ergibt sich eine Verzögerungszeit t_V >100 ns, ohne Kabel. Das Mess-System schiebt dadurch die Daten um die Zeit t_V verzögert an den Ausgang. Zum Zeitpunkt **(2)** wird deshalb eine „Pausen-1“ gelesen. Diese muss verworfen werden oder kann in Verbindung mit einer „0“ nach dem LSB-Datenbit zur Leitungsbruchüberwachung benutzt werden. Erst zum Zeitpunkt **(3)** wird das MSB-Datenbit gelesen. Aus diesem Grund muss die Taktanzahl immer um eins höher sein (n+1) als die zu übertragende Anzahl der Datenbits.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

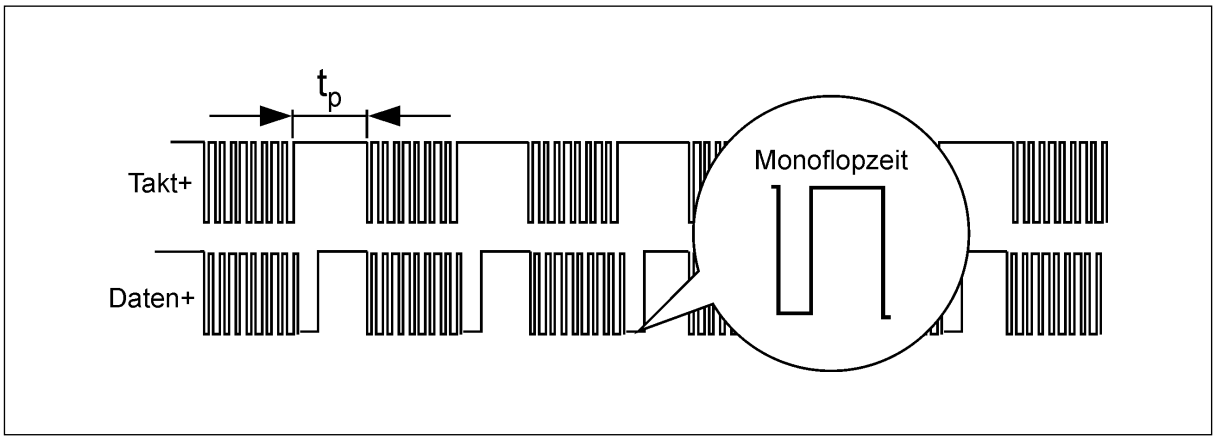


Abbildung 13: Typische SSI-Übertragungssequenzen

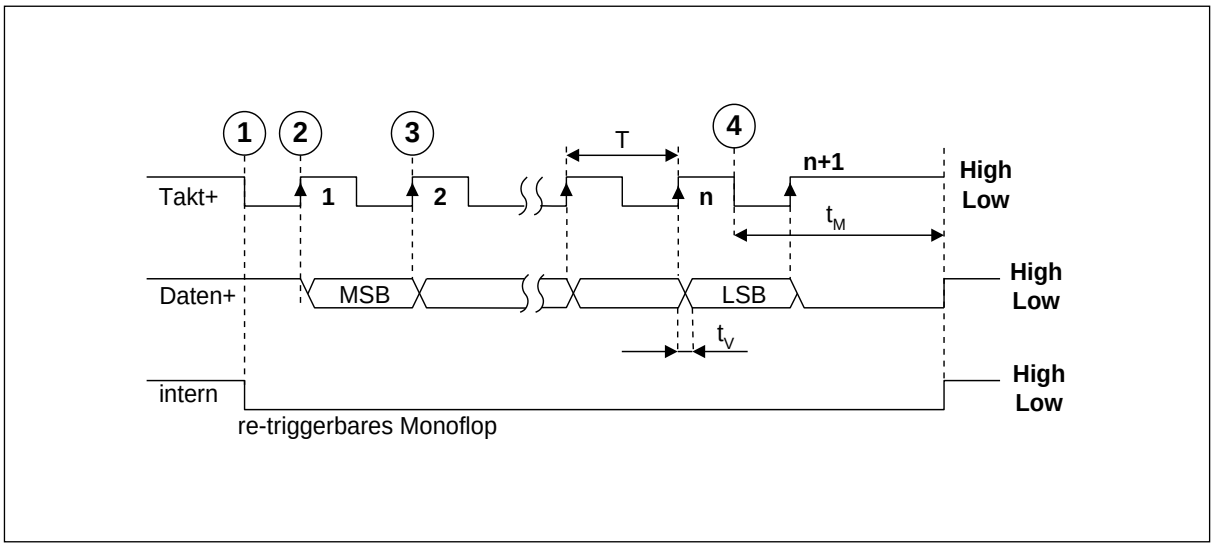


Abbildung 14: SSI-Übertragungsformat

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.7.2 Kabellängen

Die maximale Kabellänge hängt von der SSI-Taktfrequenz und der Kabelbeschaffenheit ab.

Bei den Messungen wurde die TR-eigene Hybridleitung (Art.Nr.: 64-200-021) verwendet.

SSI-Taktfrequenz [kHz]	2000	1000	500	250	125	125	125
Kabellänge [m]	ca.12,5	ca. 25	ca. 50	ca. 100	ca. 150	ca. 200	ca. 250

Tabelle 8: SSI-Taktfrequenz / Kabellängen

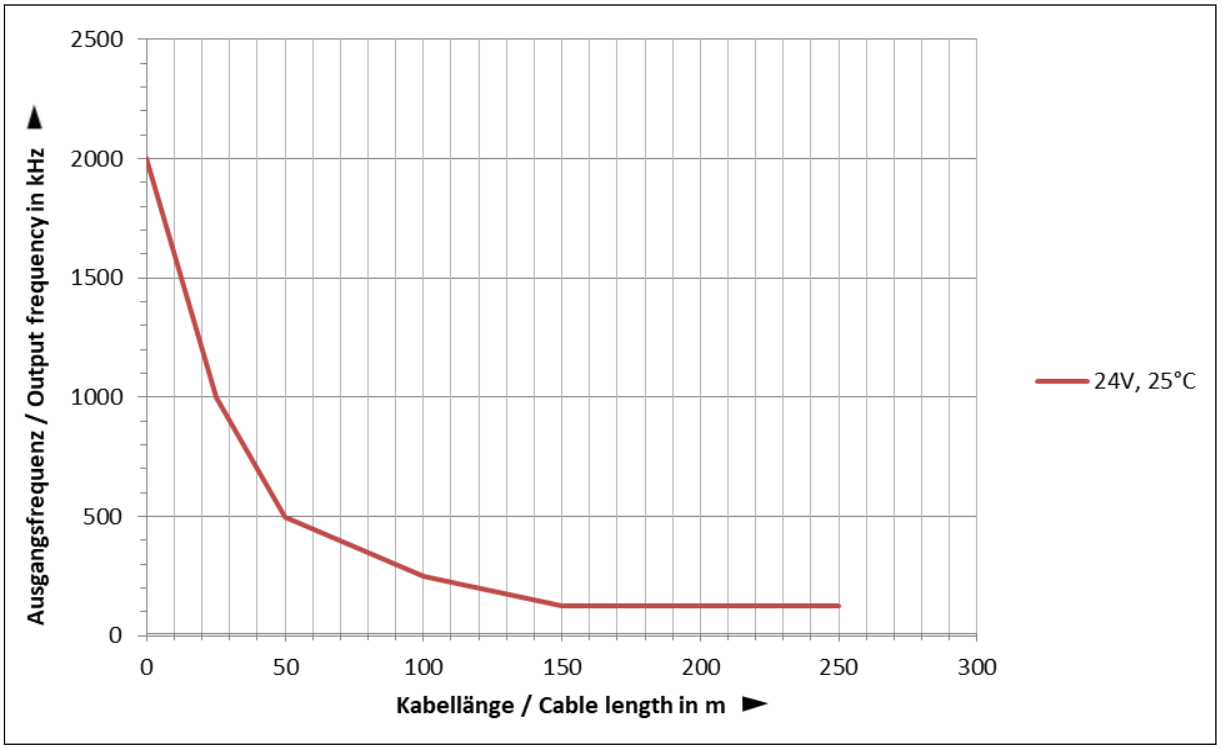


Abbildung 15: SSI-Taktfrequenz / Kabellängen

Andere Kabelparameter, Frequenzen und Umgebungstemperaturen, sowie Lagerwärme und Temperatureintrag über die Welle und Flansch, können in der Praxis ein deutlich schlechteres Ergebnis ergeben.

Die fehlerfreie Funktion der SSI Schnittstelle mit den applikationsabhängigen Parametern ist daher vor dem Produktivbetrieb zu überprüfen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

5.8 Einschalten der Versorgungsspannung

Nachdem der Anschluss und Hardware-Schalter - Einstellungen vorgenommen worden sind, kann die Versorgungsspannung eingeschaltet werden.

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung und Beendigung der Initialisierung geht das Mess-System in den Vor-Betriebszustand (PRE-OPERATIONAL). Dieser Zustand wird in der Standardeinstellung durch die Boot-Up-Meldung „**COB-ID 0x700+Node ID**“ bestätigt. Falls das Mess-System einen internen Fehler erkennt, wird eine Emergency-Meldung (8 Bytes) mit einem Fehlercode übertragen, siehe Seite 148.

Im PRE-OPERATIONAL Zustand ist zunächst nur eine Parametrierung über Service-Daten-Objekte (SDOs) möglich. Es ist aber möglich, PDOs bzw. SRDOs unter Nutzung von SDOs zu konfigurieren. Ist das Mess-System in den Zustand OPERATIONAL überführt worden, ist auch eine Übertragung von PDOs bzw. SRDOs möglich.

5.8.1 Wichtige Standardeinstellungen beim Erst-Hochlauf

- Schaltereinstellungen aktiv: NODE-ID = 1, Baudrate = 250 kbit/s
- Die System-Konfiguration in Objekt 13FEh: Configuration valid ist auf den Wert 00h = ungültig gesetzt und muss, um zyklische Prozessdaten im OPERATIONAL Zustand übertragen zu können, auf den Wert A5h = gültig gesetzt werden. Das Mess-System ist so vorkonfiguriert, dass sonst keine weiteren Maßnahmen mehr erforderlich sind und das Mess-System mit dem Start Remote Node-Kommando direkt in den OPERATIONAL Zustand überführt werden kann.

  Wenn das Mess-System die System-Konfiguration automatisch nach dem Einschalten der Versorgungsspannung gültig setzen soll, kann der Wert A5h in Objekt 13FE über Objekt 1010h: Store parameters auch dauerhaft gespeichert werden. Werden bei den Überprüfungen beim nächsten Anlauf keine Fehler festgestellt, kann das Mess-System direkt mit dem Start Remote Node-Kommando in den OPERATIONAL Zustand überführt werden, ansonsten wird die vorherrschende System-Konfiguration über Objekt 13FEh automatisch auf ungültig = 00h gesetzt.
- Das Mess-System befindet sich nach dem Start Remote Node-Kommando dann im OPERATIONAL Zustand im CiA DS406-Mode und die Objekte für das Encoder-Profil 6xxxh sind aktiv geschaltet.
- Das Mapping für die NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten (PDOs) in den Kommunikationsparamtern 1800h bis 1803h ist über das jeweilige VALID-Bit in Subindex 1 deaktiviert, so das **keine Prozessdaten übertragen werden**.
- Das Mapping für die sicherheitsgerichteten Prozessdaten (SRDOs) ist folgendermaßen eingestellt:

Kommunikationsparameter	1301h = SRDO1	1302h = SRDO2	1303h = SRDO3
Aktiv	ja	nein	nein
Richtung	Senden (Tx)	Senden (Tx)	-
Refresh time/SCT	25 ms	25 ms	-
SRVT	20 ms	20 ms	-
COB-ID1	101h	121h	-
COB-ID2 (inverse Daten)	102h	122h	-
Mapping-Objekt	6120h (4 Byte Position)	6124h (2 Byte Geschwindigkeit)	-
Mapping-Objekt (inverse Daten)	6121h	6125h	-

- Einstellung für den fehlersicheren Zustand = Passiv-Sicherer-Zustand gemäß Kap. 13.1 auf Seite 141

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

6 Inbetriebnahme

6.1 CAN – Schnittstelle

Die CAN-Bus-Schnittstelle ist durch die internationale Norm ISO/DIS 11898 definiert und spezifiziert die zwei untersten Schichten des CAN Referenz-Models.
Die CAN-Bus-Schnittstelle ist galvanisch von der Mess-System-Elektronik getrennt und wird über einen internen DC/DC-Konverter gespeist. Eine externe Spannungsversorgung für den Bustreiber ist nicht notwendig.
Das CANopen Kommunikationsprofil CiA DS 301 basiert auf dem CAN Application Layer (CAL) und beschreibt, wie die Dienste von Geräten benutzt werden. Das CANopen Profil erlaubt die Definition von Geräteprofilen für eine dezentralisierte E/A.
Das Mess-System mit CANopen Protokoll unterstützt das Geräteprofil für Encoder (CiA DS 406, Version 4.1.0). **Die Mess-Systeme unterstützen auch den erweiterten Funktionsumfang in Klasse C3.**
Die Kommunikations-Funktionalität und Objekte, welche im Encoder-Profil benutzt werden, werden in einer EDS-Datei (Electronic Data Sheet) beschrieben. Wird ein CANopen Konfigurations-Hilfsprogramm benutzt (z.B. CANSETTER), kann der Benutzer die Objekte (SDOs) des Mess-Systems auslesen und die Funktionalität programmieren.
Die Auswahl der Übertragungsrate und Node-ID (Geräteadresse) erfolgt über DIP-Schalter, LSS-Dienste, oder per SDO-Service.

6.1.1 EDS-Datei

Die EDS-Datei (elektronisches Datenblatt) enthält alle Informationen über die Mess-System-spezifischen Parameter sowie Betriebsarten des Mess-Systems. Die EDS-Datei wird durch das CANopen-Netzwerkkonfigurationswerkzeug eingebunden, um das Mess-System ordnungsgemäß konfigurieren bzw. in Betrieb nehmen zu können.

Download: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0075

6.1.2 Bus-Statusanzeige

Das Mess-System ist mit zwei Status-LEDs ausgestattet:

- **RUN LED** (grün), für die Anzeige von NMT Betriebszuständen
- **ERR LED** (rot), für die Anzeige von Fehlerzuständen

Lage, Zuordnung und Blinkfrequenz der LEDs ist der gerätespezifischen Steckerbelegung zu entnehmen:

Download: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0387

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kap. „Optische Anzeigen“, Seite 142.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

6.2 TR CAN Device Tool – Inbetriebnahme-Hilfe

Das TR CAN Device TOOL ist ein herstellerspezifisches Parametrier- und Anzeigewerkzeug, welches die Anforderungen an ein externes Konfigurationswerkzeug gemäß EN 50325-5 (CANopen Safety) implementiert. Das TR CAN Device TOOL ist eine Standalone-Windows-Applikation, die über einen CAN-Schnittstellenadapter eine Verbindung zum CANopen Safety – Mess-System aufbaut.



Es wird empfohlen, die sicherheitsgerichtete Mapping-Konfiguration, sowie die Programmierung der sicherheitsgerichteten anwendungsspezifischen Parameter, über die Konfigurationsmöglichkeiten des Steuerungssystems vorzunehmen.

Das TR CAN Device TOOL stellt ein alternatives Konfigurationswerkzeug dar, falls das Steuerungssystem diesbezüglich keine Projektierungshilfe zur Verfügung stellt.

Auf einfache Weise lassen sich folgende Funktionen ausführen:

- Berechnung aller CRC-Signaturen für die SRDO-Konfiguration und anwendungsspezifische Parameter in den Objekten 13FFh, 24FFh und 61FFh
- Download der Safety-Konfiguration
- Upload der Safety-Konfiguration zur Verifikation
- Abschließen der Safety-Konfiguration (Lock)
- Update der Geräte-Firmware
- Anzeige der Geräte-Diagnose und der Betriebsdaten
- Auslesen von Security Logs



Wird die Safety-Konfiguration über das TR CAN Device TOOL „abgeschlossen“ (locked), kann zum Schutz der Safety-Konfiguration über SDO-Dienste nicht mehr auf die sicherheitsgerichteten Daten zugegriffen werden. Beim Schreibzugriff antwortet das Mess-System in diesem Fall mit dem Abort-Code: 0x0800 0021h.

Die Freischaltung erfolgt über Objekt 1011h: Restore default parameters auf Seite 66. Über Subindex 1 und der Signatur „load“ wird die Safety-Konfiguration wieder aufgeschlossen.

Download:

- Programm: http://www.tr-electronic.de/f/zip/TR-ECE-SW-MUL-0052
- Beschreibung: http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0398

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

7 Kommunikations-Profil

7.1 NICHT-sicherheitsgerichtet

Generell existieren zwei Arten von Prozessdaten-Objekten (PDO):

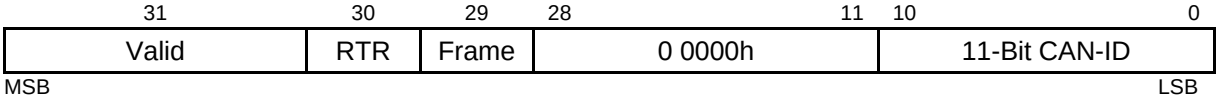
1. Sende-PDOs (TPDO), um Daten zu übertragen
2. Empfangs-PDOs (RPDO), um Daten zu empfangen

Vom Mess-System werden nur Sende-PDOs unterstützt, um den Istwert bzw. Geschwindigkeitswert zu übertragen.
Die TPDOs werden festgelegt durch die TPDO Kommunikationsparameter 1800h-1803h und die TPDO Mappingparameter 1A00h-1A03h. Während die TPDO Kommunikationsparameter die Kommunikationsmöglichkeiten beschreiben, beinhalten die TPDO Mappingparameter Informationen über den Inhalt des TPDOs.

7.1.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1800h-1803h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge.

Subindex 1 beinhaltet die COB-ID für das TPDO:



Bit(s)	Beschreibung
Valid	0: PDO existiert / ist gültig 1: PDO existiert nicht / ist nicht gültig
RTR	0: Remote Frame erlaubt für dieses PDO 1: kein Remote Frame erlaubt für dieses PDO
Frame	0: 11-Bit CAN-ID gültig, normaler CAN Frame 1: 29-Bit CAN-ID gültig, erweiterter CAN Frame (nicht unterstützt)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID des normalen CAN Frames

Objekt	Standardwerte
1800h	Valid: 1 = PDO existiert nicht / ist nicht gültig RTR: 0 = Remote Frame erlaubt für dieses PDO Frame: 0 = 11-Bit CAN-ID CAN-ID: 180h + Node-ID
1801h	Valid: 1 = PDO existiert nicht / ist nicht gültig RTR: 0 = Remote Frame erlaubt für dieses PDO Frame: 0 = 11-Bit CAN-ID CAN-ID: 280h + Node-ID
1802h	Valid: 1 = PDO existiert nicht / ist nicht gültig RTR: 0 = Remote Frame erlaubt für dieses PDO Frame: 0 = 11-Bit CAN-ID CAN-ID: 380h + Node-ID
1803h	Valid: 1 = PDO existiert nicht / ist nicht gültig RTR: 0 = Remote Frame erlaubt für dieses PDO Frame: 0 = 11-Bit CAN-ID CAN-ID: 480h + Node-ID

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Subindex 2 definiert die Übertragungsart für das TPDO:

Wert	Beschreibung
00h	Istwert wird synchron (azyklisch) übertragen
01h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder SYNC-Telegramm übertragen
02h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 2. SYNC-Telegramm übertragen
03h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 3. SYNC-Telegramm übertragen
…	…
F0h	Istwert wird synchron über einen Remote-Frame oder zyklisch nach jedem 240. SYNC-Telegramm übertragen
FCh	Istwert kann nur über einen Remote-Frame übertragen werden (synchron)
FDh	Istwert kann nur über einen Remote-Frame übertragen werden (ereignisgesteuert)
FEh	Istwert wird asynchron mit dem Timerwert aus den Objekten 1800h-1803h übertragen (Subindex 5)
FFh	Istwert wird ereignisgesteuert übertragen

Objekt	Standardwerte
1800h	FEh: Istwert wird asynchron übertragen
1801h	01h: Istwert wird synchron übertragen
1802h	FEh: Istwert wird asynchron übertragen
1803h	FEh: Istwert wird asynchron übertragen

Subindex 3 beinhaltet die Sperrzeit für das TPDO. Die Zeit definiert die Mindestzeit zwischen zwei hintereinander folgenden PDO Übertragungen, wenn die Übertragungsart FEh eingestellt wurde. Der Wert wird definiert als Vielfaches von 100 µs. Der Standardwert 0 deaktiviert die Sperrzeit.
Der Wert darf nicht geändert werden während das PDO existiert (Bit 31 von Subindex 1 = 0).

Subindex 4 wird nicht unterstützt.

Subindex 5 beinhaltet den Event-Timer. Die Zeit definiert die Maximalzeit zwischen zwei hintereinander folgenden PDO Übertragungen, wenn die Übertragungsart FEh eingestellt wurde. Der Wert wird definiert als Vielfaches von 1 ms. Der Standardwert 0 deaktiviert den Event-Timer.
Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem `Objekt 6200h: Cyclic timer`. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.
Die Kommunikationsparameter 1801h-1803h benutzen ausschließlich ihre eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

Subindex 6 enthält den SYNC-Startwert. Der Standardwert SYNC-Startwert = 0 bedeutet, dass der Zähler der SYNC-Nachricht für dieses PDO nicht verarbeitet wird. Der SYNC-Startwert 1 bis 240 zeigt an, dass der Zähler der SYNC-Nachricht für dieses PDO verarbeitet wird. Falls der Zähler der SYNC-Nachricht nicht aktiviert ist, siehe `Objekt 1019h: Synchronous counter overflow value`, wird der Subindex 6 ignoriert. Die SYNC-Nachricht, bei der der Zählerwert gleich dem SYNC-Startwert ist, wird als erste empfangene SYNC-Nachricht betrachtet. Der Wert darf nicht geändert werden, solange das PDO existiert (Bit 31 von Subindex 1 = 0).

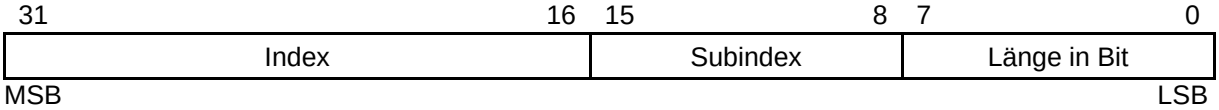
© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

7.1.2 Aufbau der Mappingparameter, 1A00h-1A03h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge. Der Wert 0 deaktiviert das Mapping.

Die nachfolgenden Subindizes beinhalten die Information der gemappten Applikationsobjekte.

Das Objekt beschreibt den Inhalt des PDO durch seinen Index, Subindex und der Länge in Bit:



Objekt	Standardwerte, Subindex 0
1A00h	1: ein gemapptes Applikationsobjekt aktiv (6004h, Positionswert)
1A01h	1: ein gemapptes Applikationsobjekt aktiv (6004h, Positionswert)
1A02h	0: Mapping deaktiviert
1A03h	0: Mapping deaktiviert

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

7.1.2.1 Ändern der Mappingeinstellung

Der Versuch, den Wert eines Objekteintrags auf einen nicht unterstützten Wert zu ändern, wird mit dem SDO-Abbruchdienst beantwortet. Die Ursache für einen nicht unterstützten Wert könnte das Mapping (Index und Subindex) eines nichtexistierenden Anwendungsobjekts, eine falsche Länge für das gemappte Anwendungsobjekt oder eine falsche Länge für das PDO selbst sein.
Für das Re-Mapping, das während des NMT-Zustands `PRE-OPERATIONAL` und `OPERATIONAL` unterstützt wird, ist folgende Vorgehensweise anzuwenden:

- Löschen des TPDOs durch Setzen des Bits „Valid“ auf 1 im Subindex 1 des entsprechenden Kommunikationsparameters 1800h-1803h.
- Deaktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindexes 0 auf 0 in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A03h.
- Änderung des Mappings in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A03h vornehmen (ab Subindex 1).
- Aktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindexes 0 auf die Anzahl der gemappten Objekte in den entsprechenden Mappingparametern 1A00h-1A03h.
- Erzeugen des TPDOs durch Setzen des Bits „Valid“ auf 0 im Subindex 1 des entsprechenden Kommunikationsparameters 1800h-1803h. Die gewünschte COB-ID und das Bit „Valid“ müssen mit einem Schreibvorgang gesetzt werden!
- Mapping-Konfiguration über „Objekt 1010h: Store parameters“ speichern.
- Da die NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping-Konfiguration Teil der System-Konfiguration ist, muss diese insgesamt gemäß Kap. „4.2“ auf Seite 34 noch als gültig deklariert werden.

Für das NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping vorgesehene Objekte:

TR-Mode

- Objekt 2041h: TR TPDO values, siehe ab Seite 86
  - Subindex 1: Sensor status
  - Subindex 2: Position
  - Subindex 3: Velocity 32 Bit
  - Subindex 4: Velocity 16 Bit
- Objekt 2211h: TR alarms, siehe Seite 129
- Objekt 2212h: TR warnings, siehe Seite 130

CiA DS406 - Mode

- Objekt 6004h: Position value, siehe Seite 116
- Objekt 600Ch: Position raw value, siehe Seite 116
- Objekt 6030h: Speed value, siehe Seite 117
- Objekt 6400h: Area state register, siehe Seite 120
- Objekt 6503h: Alarm, siehe Seite 132
- Objekt 6505h: Warnings, siehe Seite 134

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

7.1.3 Übertragungsarten - Positionsausgabe

7.1.3.1 Erstes Sende-Prozessdaten-Objekt

Dieses TPDO überträgt in der Standardeinstellung den Mess-System-Istwert asynchron. Der Timerwert ist im Subindex 5 bzw. Index 6200h gespeichert. Die Standardeinstellung des Timers ist 0, d.h. der Timer ist abgeschaltet.

Objekt	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1800h	0	größter unterstützter Subindex	6	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 1	180h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	254	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	4	-	-	-
	5	Event Timer	0	rw
	6	SYNC Startwert	0	rw
1A00h	0	größter unterstützter Subindex	1 (max. 4)	rw
	1	1. gemapptes Objekt	6004 0020h	rw
	2	2. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw
	3	3. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw
	4	4. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw

7.1.3.2 Zweites Sende-Prozessdaten-Objekt

Dieses TPDO überträgt in der Standardeinstellung den Mess-System-Istwert synchron (einmalig auf Anforderung). Anforderung über Remote-Frame (Standard COB-ID: 280h+Node-ID) oder SYNC-Telegramm (Standard COB-ID: 080h).

Objekt	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1801h	0	größter unterstützter Subindex	6	ro
	1	COB-ID benützt durch TPDO 2	280h + Node-ID	rw
	2	Übertragungsart	1	rw
	3	Sperrzeit	0	rw
	4	-	-	-
	5	Event Timer	0	rw
	6	SYNC Startwert	0	rw
1A01h	0	größter unterstützter Subindex	1 (max. 4)	rw
	1	1. gemapptes Objekt	6004 0020h	rw
	2	2. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw
	3	3. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw
	4	4. gemapptes Objekt	0000 0000h	rw

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

7.2 Sicherheitsgerichtet

Generell existieren zwei Arten von sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Objekten (SRDO):
1. Sende-SRDOs, um Daten zu übertragen
2. Empfangs-SRDOs, um Daten zu empfangen

Die Informationsrichtung (senden/empfangen) wird in den Kommunikationsparametern (1301h-1303h) jeweils im Subindex 1 festgelegt.

Vom Mess-System werden Sende-SRDOs für die Positions-, Geschwindigkeits- und Status-Ausgabe und Empfangs-SRDOs für die Preset-Steuerung und Presetwert unterstützt.
Die SRDOs werden festgelegt durch die Kommunikationsparameter 1301h-1303h und die Mappingparameter 1381h-1383h. Während die SRDO Kommunikationsparameter die Kommunikationsmöglichkeiten beschreiben, beinhalten die SRDO Mappingparameter Informationen über den Inhalt der SRDO.

7.2.1 Aufbau der Kommunikationsparameter, 1301h-1303h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge.

Subindex 1 gibt an, ob das SRDO als Sende-SRDO, Empfangs-SRDO oder als ungültig deklariert ist. Ist der Eintrag als ungültig deklariert, wird das Mapping abgeschaltet und es können keine zyklischen Daten übertragen werden.

Wert	Beschreibung
00h	nicht gültig, Mapping ist abgeschaltet
01h	gültig, SRDO wird als Sende-SRDO eingestellt (Tx, Producer)
02h	gültig, SRDO wird als Empfangs-SRDO eingestellt (Rx, Consumer)

Objekt	Standardwerte
1301h	01h: Sende-SRDO
1302h	00h: Mapping abgeschaltet
1303h	00h: Mapping abgeschaltet

Subindex 2 definiert die SRDO `Refresh Time` in Senderichtung und die `Safeguard Cycle Time` (SCT) in Empfangsrichtung. Die Zeit ist einstellbar von 0 bis 65535 ms. Systembedingt kann damit gerechnet werden, dass die eingestellte Zeit auf dem CAN-Bus tatsächlich um ± 1 ms abweichen kann.

Objekt	Standardwerte
1301h	25 ms
1302h	25 ms
1303h	50 ms

Subindex 3 definiert die SRDO `Safety Related Validation Time` (SRVT) und gibt damit auf der Empfangsseite die Validierungszeit für die zwei CAN-Telegramme vor. Die Zeit ist einstellbar von 1 bis 255 ms. Unabhängig von der Informationsrichtung (senden/empfangen), muss diese Zeit immer kleiner als die eingestellte `Safeguard Cycle Time` unter Subindex 2 sein.

Objekt	Standardwerte
1301h	20 ms
1302h	20 ms
1303h	20 ms

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Subindex 4 definiert die SRDO Übertragungsart und ist bei allen Kommunikationsobjekten unveränderlich auf `FEh` eingestellt. Damit werden SRDOs in Senderichtung mit der unter Subindex 2 eingestellten `Refresh Time` (Zykluszeit) gesendet und in Empfangsrichtung mit der unter Subindex 2 eingestellten `Safeguard Cycle Time` das Überwachungszeitfenster für den SRDO-Empfang vorgegeben.

Subindex 5 gibt die COB-ID vor, die vom SRDO für die normalen sicherheitsgerichteten Daten (1. CAN-Datenframe, COB-ID1) verwendet wird und muss eine ungerade Zahl sein aus dem Bereich 101h bis 17Fh. Der Wert für die COD-ID1 kann nur geschrieben werden, wenn das Mapping über Subindex 1 mit dem Wert = 00h als ungültig deklariert worden ist.

Objekt	Standardwerte
1301h	FFh + (2 * Node-ID)
1302h	11Fh + (2 * Node-ID)
1303h	13Fh + (2 * Node-ID)

Subindex 6 gibt die COB-ID vor, die vom SRDO für die bitweise invertierten sicherheitsgerichteten Daten (2. CAN-Datenframe, COB-ID2) verwendet wird und muss die gerade Zahl sein, die auf die in Subindex 5 angegebene COB-ID folgt. Die COB-ID muss im Bereich von 102h bis 180h liegen. Der Wert für die COD-ID2 kann nur geschrieben werden, wenn das Mapping über Subindex 1 mit dem Wert = 00h als ungültig deklariert worden ist.

Objekt	Standardwerte
1301h	100h + (2 * Node-ID)
1302h	120h + (2 * Node-ID)
1303h	140h + (2 * Node-ID)



Hinweise für die Vergabe der COB-IDs in Subindex 5 und 6

Das Mess-System benötigt für die Ausgabe der Position und Geschwindigkeit zwei Sende-SRDOs (Tx) und für das Setzen des Presetwertes und Auslösen der Preset-Funktion ein Empfangs-SRDO (Rx). Insgesamt werden deshalb max. drei SRDOs benötigt.
Um eine überlappungsfreie Vergabe der COB-IDs bei den Node-IDs 1 bis 16 zu gewährleisten, wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

*FFh + (2 * Node-ID) für SRDO1 Tx*
*100h + (2 * Node-ID) für SRDO1 Tx, bitweise invertierte Übertragung*

*11Fh + (2 * Node-ID) für SRDO2 Tx*
*120h + (2 * Node-ID) für SRDO2 Tx, bitweise invertierte Übertragung*

*13Fh + (2 * Node-ID) für SRDO3 Rx*
*140h + (2 * Node-ID) für SRDO3 Rx, bitweise invertierte Übertragung*

Ab Node-ID 17 entspricht der Rechenwert für die Node-ID = [1](Node-ID % 16)

[1] „%“ bedeutet Modulo, Division mit Rest

In diesem Fall ist auf eine eindeutige COB-ID zu achten!

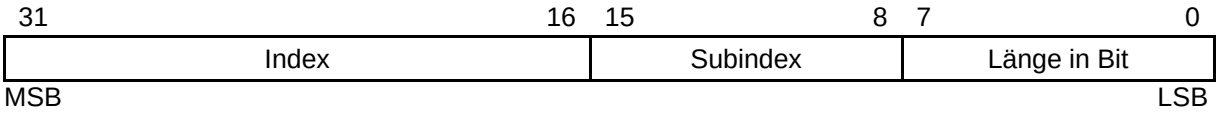
© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

7.2.2 Aufbau der Mappingparameter, 1381h-1383h

Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der gültigen Objekteinträge. Der Wert 0 deaktiviert das Mapping.

Die nachfolgenden Subindizes beinhalten die Information der gemappten Applikationsobjekte. Da bei der sicherheitsgerichteten Datenübertragung auch die bitweise invertierten Daten mit übertragen werden müssen, muss die doppelte Anzahl an Applikationsobjekten vorgesehen werden, als es für die reinen Nutzdaten normalerweise erforderlich wäre.

Das Objekt beschreibt den Inhalt des SRDO durch seinen Index, Subindex und der Länge in Bit:



Objekt	Standardwerte, Subindex 0
1381h	8: acht gemappte Applikationsobjekte aktiv
1382h	4: vier gemappte Applikationsobjekt aktiv
1383h	0: Mapping deaktiviert

Standardeinstellungen SRDO1 mit eingestellter Node-ID = 1:
Übertragung der sicherheitsgerichteten Position aus Objekt 6120h

Objekt	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1301h	0	größter unterstützter Subindex	6	ro
	1	Informationsrichtung	1, Tx SRDO	rw
	2	Refresh time / SCT	25 ms	rw
	3	SRVT	20 ms	rw
	4	Übertragungsart	FEh	ro
	5	COB-ID 1 für normale Übertragung	101h	rw
	6	COB-ID 2 für bitweise invertierte Übertragung	102h	rw
1381h	0	größter unterstützter Subindex	8 (max. 8)	rw
	1	1. SR ADO, normal (Position, Byte 1 von 4)	61200108h	rw
	2	1. SR ADO, bitweise invertiert	61210108h	rw
	3	2. SR ADO, normal (Position, Byte 2 von 4)	61200208h	rw
	4	2. SR ADO, bitweise invertiert	61210208h	rw
	5	3. SR ADO, normal (Position, Byte 3 von 4)	61200308h	rw
	6	3. SR ADO, bitweise invertiert	61210308h	rw
	7	4. SR ADO, normal (Position, Byte 4 von 4)	61200408h	rw
	8	4. SR ADO, bitweise invertiert	61210408h	rw

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Standardeinstellungen SRDO 2 mit eingestellter Node-ID = 1:
Übertragung der sicherheitsgerichteten Geschwindigkeit aus Objekt 6124h, wenn das Mapping über Subindex 1 = 1 freigeschaltet worden ist.

Objekt	Subindex	Kommentar	Standardwert	Attr.
1302h	0	größter unterstützter Subindex	6	ro
	1	Informationsrichtung	0, deaktiviert	rw
	2	Refresh time / SCT	25 ms	rw
	3	SRVT	20 ms	rw
	4	Übertragungsart	FEh	ro
	5	COB-ID 1 für normale Übertragung	121h	rw
	6	COB-ID 2 für bitweise invertierte Übertragung	122h	rw
1382h	0	größter unterstützter Subindex	4 (max. 8)	rw
	1	1. SR ADO, normal (Speed, Byte 1 von 2)	61240108h	rw
	2	1. SR ADO, bitweise invertiert	61250108h	rw
	3	2. SR ADO, normal (Speed, Byte 2 von 2)	61240208h	rw
	4	2. SR ADO, bitweise invertiert	61250208h	rw

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

7.2.2.1 Ändern der Mappingeinstellung



Es wird empfohlen, dass sicherheitsgerichtete Mapping toolgestützt, über ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug, vorzunehmen. Stellt das Steuerungssystem kein solches Konfigurationswerkzeug zur Verfügung, kann das von TR Electronic zur Verfügung gestellte Konfigurationswerkzeug `TR CAN Device TOOL` *benutzt werden, siehe Kap. 6.2 auf Seite 48. Damit lassen sich auf einfache Weise das Mapping einstellen, die sicherheitsgerichtete Parametrierung durchführen, die einzelnen CRC-Signaturen berechnen und die Verifizierung durchführen.*

Der Versuch, den Wert eines Objekteintrags auf einen nicht unterstützten Wert zu ändern, wird mit dem SDO-Abbruchdienst beantwortet. Die Ursache für einen nicht unterstützten Wert könnte das Mapping (Index und Subindex) eines nicht existierenden Anwendungsobjekts, eine falsche Länge für das gemappte Anwendungsobjekt oder eine falsche Länge für das PDO selbst sein.
Für das Re-Mapping, das nur während des NMT-Zustands `PRE-OPERATIONAL` unterstützt wird, ist folgende Vorgehensweise anzuwenden:

Generell wird die System-Konfiguration über das `Objekt 13FEh: Configuration valid` beim Ändern des Inhalts eines sicherheitsgerichteten Kommunikationsparameters auf den
Wert 00h = ungültig gesetzt, auch wenn die daraus resultierende CRC-Signatur richtig wäre.

- Löschen des Mappings durch Setzen des Wertes 00h in Subindex 1 `Information direction` des entsprechenden Kommunikationsparameters 1301h-1303h.
- Deaktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindizes 0 auf 0 in den entsprechenden Mappingparametern 1381h-1383h.
- Änderung des Mappings in den entsprechenden Mappingparametern 1381h-1383h ab Subindex 1 vornehmen.
- Aktivieren der Mappingfunktion durch Setzen des Subindexes 0 auf die Anzahl der gemappten Objekte in den entsprechenden Mappingparametern 1381h-1383h.
- Erzeugen des Mappings durch Setzen des gewünschten Wertes in Subindex 1 `Information direction` des entsprechenden Kommunikationsparameters 1301h-1303h.
  Wert 01h = Sende-SRDO, Wert 02h = Empfangs-SRDO.
- Mapping-Konfiguration über `Objekt 1010h: Store parameters` speichern.
- System-Konfiguration gemäß Kap. 4.2 auf Seite 34 auf gültig setzen.

Für das sicherheitsgerichtete Mapping vorgesehene Objekte:

TR-Mode

- Objekt 2420h: TR safety status / 2421h, siehe ab Seite 98
- Objekt 2422h: TR safety position / 2423h, siehe ab Seite 100
- Objekt 2424h: TR safety velocity 32Bit / 2425h, siehe ab Seite 100
- Objekt 2426h: TR safety velocity 16Bit / 2427h, siehe ab Seite 101
- Objekt 2430h: TR safety control / 2431h, siehe ab Seite 99
- Objekt 2432h: TR safety preset value / 2433h, siehe ab Seite 101

CiA DS406 - Mode

- Objekt 6120h: Safety normal resolution position value / 6121h, siehe Seite 125
- Objekt 6124h: Safety speed value / 6125h, siehe ab Seite 126

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

8 Mode Umschaltung TR / CiA DS406 Encoder Profil

Der vorherrschende Mode wird durch die Mapping-Einstellungen bestimmt. Dabei dürfen entweder nur TR-bezogene bzw. nur CiA DS406-bezogene Mapping-Objekte mit in das **aktiv geschaltete Mapping** aufgenommen werden. Dies gilt sowohl für sicherheitsgerichtete, als auch für NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping-Objekte. Wird der NICHT-sicherheitsgerichtete Kanal nicht benötigt, kann das Mapping über die Kommunikationsparameter 1800h-1803h, Subindex 1, VALID-Bit 31 = 1 deaktiviert werden.

Generell wird für beide Modes das sicherheitsgerichtete Mapping über die Kommunikationsparameter 1301h bis 1303h und den Mappingparametern 1381h bis 1383h vorgenommen. Das NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping wird generell für beide Modes über die Kommunikationsparameter 1800h bis 1803h und den Mappingparametern 1A00h bis 1A03h vorgenommen.

Das sicherheitsgerichtete Mapping kann entweder toolgestützt oder manuell nach Vorgabe, wie unter Kap. „Ändern der Mappingeinstellung“ auf Seite 58 beschrieben, vorgenommen werden.

Das NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping kann nur manuell, nach Vorgabe wie unter Kap. „Ändern der Mappingeinstellung“ auf Seite 52 beschrieben, vorgenommen werden.

Nach Abschluss der Mapping-Einstellungen muss die System-Konfiguration gemäß Kap. 4.2 auf Seite 34 noch als gültig deklariert werden.

Für den TR-Mode gültige Mapping-Objekte

Sicherheitsgerichtet

- Objekt 2420h: TR safety status / 2421h, siehe ab Seite 98
- Objekt 2422h: TR safety position / 2423h, siehe ab Seite 100
- Objekt 2424h: TR safety velocity 32Bit / 2425h, siehe ab Seite 100
- Objekt 2426h: TR safety velocity 16Bit / 2427h, siehe ab Seite 101
- Objekt 2430h: TR safety control / 2431h, siehe ab Seite 99
- Objekt 2432h: TR safety preset value / 2433h, siehe ab Seite 101

NICHT-sicherheitsgerichtet

- Objekt 2041h: TR TPDO values, siehe ab Seite 86
- Objekt 2211h: TR alarms, siehe Seite 129
- Objekt 2212h: TR warnings, siehe Seite 130

Für den CiA DS406 – Mode gültige Mapping Objekte

Sicherheitsgerichtet

- Objekt 6120h: Safety normal resolution position value / 6121h, siehe Seite 125
- Objekt 6124h: Safety speed value / 6125h, siehe ab Seite 126

NICHT-sicherheitsgerichtet

- Objekt 6004h: Position value, siehe Seite 116
- Objekt 600Ch: Position raw value, siehe Seite 116
- Objekt 6030h: Speed value, siehe Seite 117
- Objekt 6400h: Area state register, siehe Seite 120
- Objekt 6503h: Alarm, siehe Seite 132
- Objekt 6505h: Warnings, siehe Seite 134

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9 Kommunikationsspezifische Standard-Objekte (CiA DS-301)

Index (h)	Objekt	Name	Typ	Attr.	Seite
1000	VAR	Device type	Unsigned32	ro	61
1001	VAR	Error register	Unsigned8	ro	61
1003	ARRAY	Pre-defined error field	Unsigned32	rw	62
1005	VAR	COB-ID SYNC	Unsigned32	rw	62
[1)] 1008	VAR	Manufacturer device name	VisibleString	const	63
[1)] 1009	VAR	Manufacturer hardware version	VisibleString	const	63
[1)] 100A	VAR	Manufacturer software version	VisibleString	const	63
100C	VAR	Guard time	Unsigned16	rw	63
100D	VAR	Life time factor	Unsigned8	rw	64
1010	ARRAY	Store parameters	Unsigned32	rw	64
1011	ARRAY	Restore default parameters	Unsigned32	rw	66
1014	VAR	COB-ID emergency message	Unsigned32	rw	67
1015	VAR	Inhibit time EMCY	Unsigned16	rw	67
1016	ARRAY	Consumer heartbeat time	Unsigned32	rw	68
1017	VAR	Producer heartbeat time	Unsigned16	rw	68
1018	RECORD	Identity object	Identity (23h)	ro	69
1019	VAR	Synchronous counter overflow value	Unsigned8	rw	69
1020	ARRAY	Verify configuration	Unsigned32	rw	70
[1)] 1021	VAR	Store EDS	Domain	ro	70
1022	VAR	Store format	Unsigned8	ro	70
1029	ARRAY	Error behavior	Unsigned8	rw	71
1300	VAR	Global failsafe command parameter	Unsigned8	rw	71
13FE	VAR	Configuration valid	Unsigned8	rw	72
13FF	ARRAY	Safety configuration signature	Unsigned16	rw	73
1F80	VAR	NMT startup	Unsigned32	rw	72

Tabelle 9: Kommunikationsspezifische Standard-Objekte



Schreibparamter müssen nach Änderung über `Objekt 1010h: Store parameters` dauerhaft gespeichert werden!

[1)] segmentiertes Lesen

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.1 Objekt 1000h: Device type

Das Objekt mit Index 1000h beschreibt den `Gerätetyp` und seine Funktionalität. Es besteht aus einem 16 Bit Feld, welches das benutzte Geräteprofil beschreibt (Geräteprofil-Nr. 406 = 196h) und ein zweites 16 Bit Feld, welches Informationen über den Gerätetyp liefert.

Unsigned32, nur lesen

31 30 29 27 26 24 23 16				15 0
Res.	SRDO	PDO	Encoder-Typ	Geräte-Profil-Nummer
Zusatzinformationen				196h (CiA DS406)

MSB LSB

Encoder-Typ: 02h = Absoluter Multi-Turn Encoder
PDO: 000b = Standard PDO-Mapping
SRDO: 110b = Standard SRDO-Mapping
Res.: Reserve

9.2 Objekt 1001h: Error register

Das Objekt `Fehlerregister` zeigt bitkodiert den Fehlerzustand des Mess-Systems an. Es können auch mehrere Fehler gleichzeitig durch ein gesetztes Bit angezeigt werden. Die genauere Fehlerursache kann den Bits 0 – 15 aus dem Objekt 0x1003 entnommen werden. Im Moment des Auftretens wird ein Fehler durch eine EMCY-Nachricht signalisiert.
Tritt ein herstellerspezifischer Fehler auf, ist zusätzlich in der EMCY-Nachricht das herstellerspezifische Fehlerfeld (Bytes 3 bis 7) auszuwerten, siehe Kap. „Emergency-Meldung (8 Bytes)“ auf Seite 148.

Unsigned8

Bit	Bedeutung
0	Allgemeiner Fehler
1	0
2	Versorgungsspannung
3	Temperatur
4	Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus)
5	0
6	0
7	Herstellerspezifisch

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.3 Objekt 1003h: Pre-defined error field

Das Objekt `Vordefiniertes Fehlerfeld` speichert den zuletzt aufgetretenen Mess-System-Fehler und zeigt den Fehler über das Emergency-Objekt an. Jeder neue Fehler wird auf Subindex 1 gespeichert, ältere Fehler werden auf den nächsthöheren Subindex verschoben. Subindex 0 enthält die Anzahl der aufgetretenen Fehler. Das Objekt 1003 ist Teil der Emergency-Meldung (8 Bytes), siehe Kap. 14.3 auf Seite 148.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
1003h	0	Anzahl der Fehler	Unsigned8	ro
	1 bis 4	Standard Fehlerfeld	Unsigned32	rw

Subindex 0: Der Eintrag in Subindex 0 beinhaltet die Anzahl der aufgetretenen Fehler und registriert sie in Subindex 1 bis 4.

Subindex 1-4: Das Fehlerfeld setzt sich aus einem 16 Bit Fehlercode und einer 16 Bit Zusatz-Fehlerinformation zusammen: Fehler-Nr. und Modul-Nr.

Unsigned32

Standard Fehlerfeld			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
Fehlercode		Fehler-Nr.	Modul-Nr.

9.4 Objekt 1005h: COB-ID SYNC

Das Objekt `COB-ID SYNC Nachricht` definiert die COB-ID des Synchronisierungs-Objekts (SYNC). Es definiert weiterhin, ob das Gerät die SYNC-Nachricht verarbeitet, oder ob das Gerät die SYNC-Nachricht erzeugt. Das Mess-System unterstützt jedoch nur die Verarbeitung von SYNC-Nachrichten und verwendet den 11-Bit-Identifier.

Unsigned32

MSB LSB

31	30	29	28-11	10-0
X	0	0	0	00 1000 0000

Bit 31 keine Bedeutung
Bit 30 = 0, Gerät erzeugt keine SYNC-Nachricht
Bit 29 = 0, 11 Bit ID (CAN 2.0A)
Bit 28 –11 = 0
Bit 10 – 0 = 11 Bit SYNC-COB-IDENTIFIER, Standardwert = 080h

Objekt	Funktions-Code	COB-ID
SYNC	0001	80h

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.5 Objekt 1008h: Manufacturer device name

Enthält den `Hersteller Gerätenamen` (visible string),
Übertragung per „Segment Protokoll“.

9.6 Objekt 1009h: Manufacturer hardware version

Enthält die `Hersteller Hardwareversion` (visible string),
Übertragung per „Segment Protokoll“.

9.7 Objekt 100Ah: Manufacturer software version

Enthält die `Hersteller Firmware-Nr.` (visible string)
Übertragung per „Segment Protokoll“.

9.8 Objekt 100Ch: Guard time

Die Objekte der Indexe 100Ch Guard-Time und 100Dh Life-Time-Factor beinhalten die `Überwachungszeit` in Millisekunden und den `Zeitdauer-Faktor`. Der `Zeitdauer-Faktor` multipliziert mit der `Überwachungszeit` ergibt die Zeitdauer für das Node-Guarding-Protokoll.
Standardwert = 0.

Unsigned16

Guard time	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.9 Objekt 100Dh: Life-Time-Factor

Der `Zeitdauer-Faktor` multipliziert mit der `Überwachungszeit` ergibt die Zeitdauer für das Node-Guarding-Protokoll. Standardwert = 0.

Unsigned8

Life time factor
Byte 0
2^7 bis 2^0

9.10 Objekt 1010h: Store parameters

Dieses Objekt unterstützt das `Parameter abspeichern` in den nichtflüchtigen Speicher (EEPROM).

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
1010h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	alle Parameter speichern	Unsigned32	rw
	2	Kommunikations-Parameter speichern (Objekte: 1000h…1FFFh)	Unsigned32	rw
	3	Gerätespezifische-Parameter speichern (Objekte: 6000h…9FFFh)	Unsigned32	rw
	4	Herstellerspezifische-Parameter speichern (Objekte: 2000h…5FFFh)	Unsigned32	rw

Subindex 0: Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex. Wert = 4.

Subindex 1…4: Beinhaltetet den Speicherbefehl

Bei Lesezugriff Subindex 1 liefert das Gerät Informationen über seine Speichermöglichkeit.

Bit 0 = 1, das Gerät speichert Parameter nur auf Kommando. Dies bedeutet, wenn Parameter durch den Benutzer geändert worden sind und das Kommando "Parameter abspeichern" nicht ausgeführt worden ist, besitzen die Parameter nach dem nächsten Einschalten der Betriebsspannung wieder die alten Werte.

Unsigned32

	MSB		LSB
Bits	**31-2**	**1**	**0**
Wert	= 0	0	1

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Um eine versehentliche Speicherung der Parameter zu vermeiden, wird die Speicherung nur ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in den entsprechenden Subindex geschrieben wird. Die Signatur heißt "save".

Unsigned32

MSB LSB

e	v	a	s
65h	76h	61h	73h

Beim Empfang der richtigen Signatur speichert das Gerät die Parameter ab. Schlug die Speicherung fehl, antwortet das Gerät mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000 h.

Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Speicherung und antwortet mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0800 0020 h.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.11 Objekt 1011h: Restore default parameters

Dieses Objekt unterstützt die `Wiederherstellung der Parameter-Standardwerte`.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
1011h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	alle Parameter wiederherstellen	Unsigned32	rw
	2	Kommunikations-Parameter wiederherstellen (Objekte: 1000h…1FFFh)	Unsigned32	rw
	3	Gerätespezifische-Parameter wiederherstellen (Objekte: 6000h…9FFFh)	Unsigned32	rw
	4	Herstellerspezifische-Parameter wiederherstellen (Objekte: 2000h…5FFFh)	Unsigned32	rw

Subindex 0: Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex. Wert = 4.

Subindex 1…4: Beinhaltetet den Wiederherstellungsbefehl

Bei Lesezugriff auf den Subindex 1 liefert das Gerät Informationen über seine Möglichkeiten die Standardwerte wiederherzustellen.

Bit 0 = 1 bedeutet, dass das Gerät die Wiederherstellung der Standardwerte unterstützt.

Unsigned32

MSB LSB

Bits	31-1	0
Wert	= 0	1

Um eine versehentliche Wiederherstellung der Parameterwerte zu vermeiden, wird die Wiederherstellung nur ausgeführt, wenn eine spezielle Signatur in den entsprechenden Subindex geschrieben wird. Die Signatur heißt "load".

Unsigned32

MSB LSB

d	a	o	l
64h	61h	6Fh	6Ch

Beim Empfang der richtigen Signatur werden die entsprechenden Standardwerte wiederhergestellt. Schlug die Wiederherstellung fehl, antwortet das Gerät mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0606 0000 h.

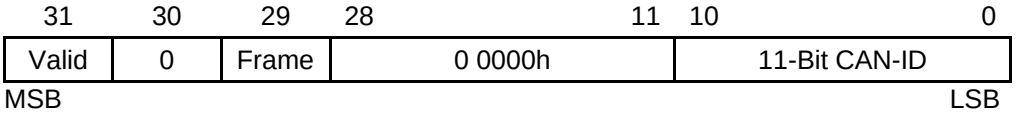
Wurde eine falsche Signatur geschrieben, verweigert das Gerät die Wiederherstellung und antwortet mit Abbruch der Übertragung: Fehlercode 0800 0020 h.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

9.12 Objekt 1014h: COB-ID emergency message

Dieses Objekt zeigt die konfigurierte `COB-ID für den EMCY Nachrichten Schreib-Dienst` an.
Standardwert = 80h + Node-ID.

EMCY Identifier, rw:



Bit(s)	Beschreibung
Valid	0: EMCY existiert / ist gültig 1: EMCY existiert nicht / ist nicht gültig
30	reserviert, immer 0
Frame	0: 11-Bit CAN-ID gültig, normaler CAN Frame 1: 29-Bit CAN-ID gültig, erweiterter CAN Frame (nicht unterstützt)
11-Bit CAN-ID	11-Bit CAN-ID des normalen CAN Frames

Die Bits 0-29 dürfen nicht geändert werden während das Objekt existiert und gültig ist (Bit 31 = 0). Soll ein neuer Wert geschrieben werden, muss das Bit 31 auf 1 gesetzt werden zusammen mit dem neuen Wert. Beim Eintragen ist die Node-ID mit zu berücksichtigen.

9.13 Objekt 1015h: Inhibit time EMCY

Dieses Objekt definiert die `Sperrzeit für Emergency-Meldungen`. Der Wert wird in der Einheit 100 µs angegeben. Der Eingabewert 10 z.B. entspricht der Sperrzeit 1000 µs. Der Standardwert ist 0 und deaktiviert die Sperrzeit.

Unsigned16

Inhibit time EMCY	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.14 Objekt 1016h: Consumer heartbeat time

Das `Consumer heartbeat time` Objekt definiert die zu erwartende `Producer Heartbeat Zykluszeit`. Die Überwachung des `Heartbeat Producers` beginnt mit dem Erhalt des ersten Heartbeats. Die `Consumer Heartbeat Zykluszeit` sollte größer sein, als die entsprechende `Producer Heartbeat Zykluszeit`. Wenn der Heartbeat nicht innerhalb der `Consumer Heartbeat Zykluszeit` empfangen wird, wird die Emergency 8130h ausgegeben. Die Timerwerte von Producer/Consumer werden daraufhin auf 0 gesetzt.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1016h	0	größter unterstützte Subindex	Unsigned8	ro
	1	Consumer Heartbeat Time	Unsigned32	rw
	2	Consumer Heartbeat Time	Unsigned32	rw

Consumer heartbeat time:

31 24	23 16	15 0
reserviert, 00h	Node-ID, Default = 0	Heartbeat time [ms], Default = 0
MSB		LSB

Die Heartbeat time ist als Vielfaches von 1 ms anzugeben. Der Eintrag für die Node-ID entspricht der Node-ID des zu überwachenden Knotens. Damit der der Wert gültig ist, muss die `Node-ID` von 1 bis 127 liegen und die `Heartbeat time` ungleich 0 sein.

9.15 Objekt 1017h: Producer heartbeat time

Das Objekt definiert die `Producer Heartbeat Zykluszeit` und wird als Vielfaches von 1 ms angegeben. Der Wert 0 deaktiviert die `Producer Heartbeat Zykluszeit`.

Unmittelbar nach der Konfiguration der Zykluszeit (Wert > 0) wird mit der zyklischen Übertragung der Heartbeat Nachricht begonnen.

Wurde die Zykluszeit konfiguriert, werden nach dem Einschalten des Gerätes beim Übergang in den Zustand `PRE-OPERATIONAL` bereits Heartbeat Nachrichten übertragen. In diesem Fall wird die Boot-Up-Nachricht schon als erste Heartbeat Nachricht angesehen.

Unsigned16

Producer heartbeat time	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8



Es ist nicht erlaubt beide Fehler-Kontroll-Mechanismen, „Guarding Protokoll“ und „Heartbeat-Protokoll“, bei einem Knoten zur selben Zeit zu benutzen. Wenn die Producer Heartbeat Zykluszeit ungleich 0 ist, wird deshalb das Heartbeat Protokoll benutzt.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.16 Objekt 1018h: Identity Objekt

Dieses Objekt enthält generelle Informationen über das Gerät.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attribut
1018h	0	größter unterstützter Subindex	Unsigned8	ro
	1	Vendor-ID	Unsigned32	ro
	2	Product Code	Unsigned32	ro
	3	Revision-No.	Unsigned32	ro
	4	Serial-No.	Unsigned32	ro

Subindex0: Der Eintrag in Subindex 0 enthält den größten unterstützten Subindex: Wert = 4.

Subindex1: Bei Lesezugriff liefert das Gerät die Vendor-ID des Herstellers: 0x0000025C

Subindex2: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über den Produktcode: gerätespezifisch

Subindex3: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Revisions-Nr.: aktuelle Revisions-Nr.

Subindex4: Bei Lesezugriff liefert das Gerät Informationen über die Serien-Nr.: aktuelle Serien-Nr.

9.17 Objekt 1019h: Synchronous counter overflow value

Dieses Objekt definiert, ob die `SYNC-Nachricht` für den SYNC-Konsumer mit 0 oder 1 Byte Datenlänge übertragen werden soll.
Das Mess-System macht eine Überwachung, ob der Wert die richtige Länge hat. Ansonsten wird der Wert noch verwendet, um bei aktivem Objekt 180xh Subindex 6 `SYNC-Startwert` den Wert erst bei entsprechendem SYNC-Wert auszugeben bzw. zu starten.

Wert	Bedeutung
0	Die SYNC-Nachricht sollte als CAN-Nachricht mit der Datenlänge "0" übertragen werden.
1	reserviert
2-240	Die SYNC-Nachricht sollte als CAN-Nachricht mit der Datenlänge "1" übertragen werden.
241-255	reserviert

Standardwert = 0

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.18 Objekt 1020h: Verify configuration

Dieses Objekt gibt das Datum und die Uhrzeit der heruntergeladenen Konfiguration an. Ein Netzwerkkonfigurationswerkzeug oder ein CANopen-Manager kann dieses Objekt verwenden, um die Konfiguration nach einem CANopen-Geräte-Reset zu überprüfen und um festzustellen, ob eine Neukonfiguration erforderlich ist.
Das Konfigurationstool speichert das Datum und die Uhrzeit in diesem Objekt und speichert die gleichen Werte in der Geräte-Konfigurations-Datei (DCF). Die Mess-System Konfiguration kann gespeichert werden, indem über das Konfigurationstool in den Index 1010h Subindex 01h die Signatur „save“ geschrieben wird.
Nach einem `RESET` wird vom Mess-System die letzte Konfiguration und die Signatur automatisch oder auf Anforderung wiederhergestellt. Wenn ein anderer Befehl die Werte der Boot-up-Konfiguration ändert, wird vom Mess-System das Objekt `Verify Configuration` auf 0 zurückgesetzt. Der Configuration Manager vergleicht Signatur und Konfiguration mit dem Wert aus dem DCF und entscheidet, ob eine Neukonfiguration erforderlich ist oder nicht.



Die Verwendung dieses Objekts ermöglicht eine erhebliche Beschleunigung des Boot-up-Prozesses. Wenn es verwendet wird, geht der Systemintegrator davon aus, dass ein Benutzer einen Konfigurationswert ändert und anschließend den Befehl `Store configuration 1010h` *aktiviert, ohne den Wert von 1020h zu ändern. Damit gewährleistet der Systemintegrator eine hundertprozentige konsequente Nutzung dieser Funktion.*

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
1020h	0	größter unterstützter Subindex	2	Unsigned8	ro
	1	Konfigurations-Datum	00h	Unsigned32	rw
	2	Konfigurations-Uhrzeit	00h	Unsigned32	rw

9.19 Objekt 1021h: Store EDS

Über das Objekt `EDS abspeichern` kann die EDS-Datei segmentiert als ASCII-Code ausgelesen werden.

9.20 Objekt 1022h: Store format

Das Objekt `EDS Speicherformat` zeigt das Speicherformat der über Objekt 0x1021 ausgegebenen EDS-Datei an.
Default: 00h (/ISO10646/, nicht komprimiert)

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.21 Objekt 1029h: Error behavior

Das Objekt `Verhalten im Fehlerfall` steuert das Verhalten, wenn ein Netzwerk- oder Gerätefehler auftritt.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
1029h	0	größter unterstützter Subindex	2	Unsigned8	ro
	1	Verhalten bei Kommunikationsfehlern (81xx, 82xx), siehe Tabelle 12 auf Seite 149	00h	Unsigned8	rw
	2	Verhalten bei Gerätefehlern (≠ 81xx, 82xx), siehe Tabelle 12 auf Seite 149	00h	Unsigned8	rw

Wert	Bedeutung
00h	NMT in `PRE-OPERATIONAL`-Mode versetzen (nur wenn sich das Gerät im `OPERATIONAL`-Mode befindet)
01h	keine Änderung des NMT-Status
02h	NMT in `STOPPED`-Mode versetzen (nur wenn sich das Gerät im `OPERATIONAL`-Mode befindet)

9.22 Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)

Das GFC kann verwendet werden, um auch andere sicherheitsgerichtete CANopen Safety Teilnehmer in den fehlersicheren Zustand zu versetzen. Dadurch wird die Reaktionszeit des Gesamtsystems im Fehlerfall verbessert. Das GFC selbst ist NICHT-sicherheitsgerichtet und wird ereignisgesteuert übermittelt. Es besteht aus einem hochprioren CAN-Telegramm mit COB-ID 0x001. Das GFC enthält keine Daten und kann somit von allen Teilnehmern gesendet (GFC-Provider) und empfangen (GFC-Consumer) werden.

Die Verhalten der GFC-Bits wird über `Objekt 3011h: GFC setting` gesteuert.

Nimmt das Mess-System den fehlersicheren Zustand ein, wird kein dem Fehler entsprechendes SRDO übertragen! Stattdessen nimmt das Mess-System je nach Einstellung den `Aktiv-Sicheren-Zustand` bzw. den `Passiv-Sicheren-Zustand` ein, siehe Kap. „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141.

Wert	Bedeutung
0	GFC wurde nicht ausgelöst, bzw. wurde gelöscht. Mit dem Wert 0 kann nur ein vom Consumer ausgelöster GFC gelöscht bzw. quittiert werden. Ein vom Provider ausgelöster GFC wird gemäß Kap. „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141 gelöscht.
1	GFC ist aktiv und wurde entweder aktiv (Provider) bzw. passiv (Consumer) ausgelöst. Das GFC-Bit wird ausschließlich durch die Firmware aktiv geschaltet und kann nicht über einen SDO-Schreibdienst gesetzt werden.

Standardwert = 0

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.23 Objekt 13FEh: Configuration valid

Dieses Objekt zeigt an, ob die **aktuelle System-Konfiguration** des Mess-Systems gültig ist. Dabei führt jeglicher Schreibzugriff auf mindestens eines der sicherheitsrelevanten Kommunikationsobjekte (1301h-1303h), falsche CRC-Signaturen in den Objekten 13FFh, 24FF, 61FFh, nicht konforme Mode-Einstellungen gemäß Kap. 8 auf Seite 59, oder wenn sich das Mess-System im Fehlerzustand (Objekt 3010h = 00h oder 03h) befindet, automatisch zu einer ungültigen System-Konfiguration.
Das Mess-System befindet sich dann im sicheren Zustand gemäß Kap. „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141.

Wenn die gesamte Konfiguration des Mess-Systems abgeschlossen ist, muss das sicherheitsgerichtete Konfigurationswerkzeug den Wert A5h an dieses Objekt übertragen. Damit wird signalisiert, dass die Konfiguration abgeschlossen ist.
Wenn alle Parameter stimmen und die durchgeführten Selbsttests keine Fehler aufweisen, wird das Mess-System darauf hin vom sicheren Zustand in den normalen Betriebszustand versetzt und kann in den NMT-Zustand `OPERATIONAL` überführt werden.
Wurden Fehler festgestellt, antwortet das Mess-System mit einem entsprechenden `ABORT-CODE` (0x80 + 4 Byte Fehlercode) und verweigert die SDO-Anfrage die System-Konfiguration gültig zu schalten.



Für die Freischaltung der System-Konfiguration ist ein genauer Ablauf einzuhalten, siehe Kap. „System-Konfiguration gültig setzen“ auf Seite 34.

Nachdem die System-Konfiguration auf gültig = A5h gesetzt worden ist, sollte zur Überprüfung der Wert nochmal zurückgelesen werden. Der Betriebszustand `OPERATIONAL` sollte erst eingenommen werden, wenn auch der zurückgelesene Wert = A5h aufweist.

Attribut	Bedeutung
Zugriff	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL
Wertebereich	A5h: System-Konfiguration ist gültig
	00h: System-Konfiguration ist ungültig
Standardwert	00h

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.24 Objekt 13FFh: Safety configuration signature

Dieses Objekt wird verwendet, um die **SRDO Mapping-Konfiguration (CiA DS406 bzw. TR)** zu verifizieren. Auf jedes SRDO wird eine Sicherheitskonfigurationssignatur angewendet. Es wird empfohlen, dass sicherheitsgerichtete Mapping toolgestützt, über ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug, vorzunehmen. Stellt das Steuerungssystem kein solches Konfigurationswerkzeug zur Verfügung, kann das von TR Electronic zur Verfügung gestellte Konfigurationswerkzeug `TR CAN Device TOOL` benutzt werden, siehe Kap. 6.2 auf Seite 48.
Das Konfigurationswerkzeug lädt die Konfigurationsdaten der SRDO´s in das Mess-System herunter, berechnet die CRC-Signaturen auf Grundlage der Konfigurationsdaten der SRDO´s und überträgt anschließend die berechneten CRC-Signaturen an das Mess-System. Das Mess-System berechnet ebenfalls die CRC´s auf Grundlage der Konfigurationsdaten der SRDO´s und vergleicht dann die heruntergeladenen CRC-Signaturen mit den berechneten CRC-Signaturen. Wenn die heruntergeladenen CRC-Signaturen mit den berechneten CRC-Signaturen übereinstimmen, ist die Konfiguration gültig.

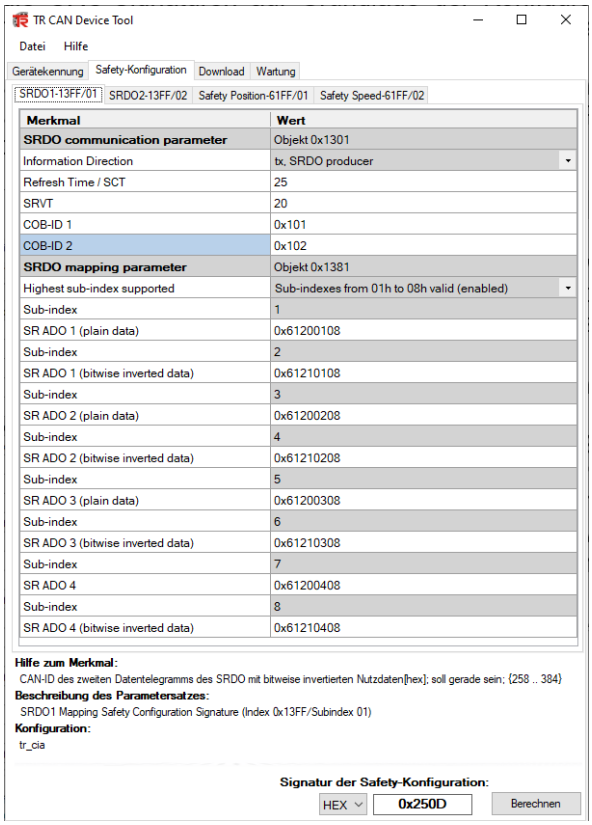


Abbildung 16: CRC-Berechnung SRDO-Konfiguration

Abbildung 16 zeigt als Beispiel alle relevanten SRDO1 Kommunikationsparameter (Objekt 1301h) bzw. Mappingparameter (Objekt 1381h), welche mit in die CRC-Berechnung eingehen und das daraus resultierende Ergebnis: `0x250D`.

Das Signatur-Beispiel bezieht sich auf die vorherrschende sicherheitsgerichtete SRDO1 Mapping Standardeinstellung für das CiA DS406 Encoder-Profil mit eingestellter Node-ID = 1 und wird im Objekt 13FFh unter Subindex 1 eingetragen.
Die Signaturen der SRDOs zwei und drei werden vom `TR CAN Device Tool` beim Download in die nachfolgenden Subindizes 2 und 3 eingetragen.

Safety configuration signature

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Typ	Attr.
13FFh	0	größter unterstützter Subindex	3	Unsigned16	rw
	1	SRDO1 signature	250Dh	Unsigned16	rw
	2	SRDO2 signature	AD5Fh	Unsigned16	rw
	3	SRDO3 signature	B6CFh	Unsigned16	rw

Attribut	Bedeutung
Zugriff Subindex 1 bis 3	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

9.25 Objekt 1F80h: NMT startup

Das Objekt `NMT Autostart` konfiguriert das Anlaufverhalten des Mess-Systems und legt fest, ob das Mess-System automatisch nach der Initialisierung in den Zustand `OPERATIONAL` überführt werden soll:

- Konfigurations-Byte = 04h: Standardeinstellung
  Überführung in den Zustand `OPERATIONAL` nur über den NMT-Master

ODER

- Konfigurations-Byte = 08h:
  Automatische Überführung in den Zustand `OPERATIONAL`

Bitzuordnung:

31 … 24	23 … 16	15 … 8	7 … 0
Reserviert 0000 00h			Konfiguration

MSB LSB

Aufschlüsselung des Konfigurationsbytes

7	6	5	4	3	2	1	0
X	X	X	X	Start Node	NMT Master Start	X	X

MSB LSB

Beim Versuch ein Bit zu ändern welches nicht vorhanden ist, antwortet das Mess-System mit einem entsprechenden Abort-Code. Dies ist auch der Fall, wenn die Bits 2 und 3 gleichzeitig im Konfigurations-Byte gesetzt (0Ch) werden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

10 Parametrierung

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	Seite
TR Parameter					
2040	REC	TR configuration parameter	-	rw	77
2041	REC	TR TPDO values	-	ro	86
2220	VAR	TR safe state simulation	Unsigned8	rw	89
2221	VAR	Blinking mode	Unsigned8	rw	77
2222	REC	LED status	-	rw	77
2410	REC	TR safety configuration parameter	-	rw	89
2420	VAR	TR safety status	Unsigned16	ro	98
2421	VAR	TR safety inverted status	Unsigned16	ro	98
2422	VAR	TR safety position	Unsigned32	ro	100
2423	VAR	TR safety inverted position	Unsigned32	ro	100
2424	VAR	TR safety velocity 32Bit	Integer32	ro	100
2425	VAR	TR safety inverted velocity 32Bit	Integer32	ro	100
2426	VAR	TR safety velocity 16Bit	Integer16	ro	101
2427	VAR	TR safety inverted velocity 16Bit	Integer16	ro	101
2430	VAR	TR safety control	Unsigned16	rw	99
2431	VAR	TR safety inverted control	Unsigned16	rw	99
2432	VAR	TR safety preset value	Unsigned32	rw	101
2433	VAR	TR safety inverted preset value	Unsigned32	rw	101
24FE	VAR	TR safety configuration valid	Unsigned8	rw	102
24FF	ARRAY	TR safety configuration signature	Unsigned16	rw	103
2500	REC	TR SSI parameter	-	rw	106
2520	REC	TR Incremental parameter	-	rw	109
27xx	VAR	Factory-27xx (reserve)	DOMAIN	rw	-
3000	VAR	Node-ID	Unsigned8	rw	104
3001	VAR	Baudrate	Unsigned8	rw	110
3010	VAR	Active mode	Unsigned8	ro	111
3011	VAR	GFC setting	Unsigned8	rw	112



Schreibparamter müssen nach Änderung über `Objekt 1010h: Store parameters` *dauerhaft gespeichert werden!*

…

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

…

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	Seite
CiA DS406 Parameter					
6000	VAR	Operating parameters	Unsigned16	rw	113
6001	VAR	Measuring units per revolution	Unsigned32	rw	114
6002	VAR	Total measuring range in measuring units	Unsigned32	rw	114
6003	VAR	Preset value	Unsigned32	rw	115
6004	VAR	Position value	Unsigned32	ro	116
600C	VAT	Position raw value	Unsigned32	ro	116
6030	ARRAY	Speed value	Integer16	ro	117
6031	REC	Speed parameter	-	rw	117
6100	REC	Safety position configuration parameters	-	rw	121
6101	REC	Safety speed configuration parameters	-	rw	123
6120	ARRAY	Safety normal resolution position value	Unsigned8	ro	125
6121	ARRAY	Safety inverted normal resolution position value	Unsigned8	ro	125
6124	ARRAY	Safety speed value	Unsigned8	ro	126
6125	ARRAY	Safety inverted speed value	Unsigned8	ro	126
61FE	VAR	Safety application configuration valid	Unsigned8	rw	127
61FF	ARRAY	Safety application configuration signature	Unsigned16	rw	127
6200	VAR	Cyclic timer	Unsigned16	rw	121
6400	ARRAY	Area state register	Unsigned8	ro	120
6401	ARRAY	Work area low limit	Integer32	rw	120
6402	ARRAY	Work area high limit	Integer32	rw	120
Mess-System Diagnose					
2200	VAR	TR diagnostic V2 (interne Zwecke)	DOMAIN	rw	-
2201	VAR	TR clear diagnostic (interne Zwecke)	Unsigned8	ro	-
2211	VAR	TR alarms	Unsigned16	ro	129
2212	VAR	TR warnings	Unsigned16	ro	130
6500	VAR	Operating status	Unsigned16	ro	129
6501	VAR	Single-turn resolution	Unsigned32	ro	131
6502	VAR	Number of distinguishable revolutions	Unsigned16	ro	131
6503	VAR	Alarms	Unsigned16	ro	132
6504	VAR	Supported alarms	Unsigned16	ro	133
6505	VAR	Warnings	Unsigned16	ro	134
6506	VAR	Supported warnings	Unsigned16	ro	135
6507	VAR	Profile and software version	Unsigned32	ro	136
6508	VAR	Operating time	Unsigned32	ro	136
6509	VAR	Offset value	Integer32	ro	137
650A	ARRAY	Module identification	Integer32	ro	137
650B	VAR	Serial number	Unsigned32	ro	137
650D	VAR	Absolute accuracy	Unsigned8	ro	138
650E	VAR	Device capability	Unsigned16	ro	138

Tabelle 10: Encoder-Profilbereich



Schreibparamter müssen nach Änderung über `Objekt 1010h: Store parameters` *dauerhaft gespeichert werden!*

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1 TR - Mode, nicht sicherheitsgerichtet

10.1.1 Objekt 2221h: Blinking mode

Über das Objekt lässt sich das entsprechende Mess-System rein optisch über die `ERR-LED` und `RUN-LED` identifizieren. Mit dem Schreiben einer „1“ werden die beiden LED´s für 5 s in den `Alternate slow blinking` – Mode versetzt.
Das Bit wird nach den 5 s automatisch zurückgesetzt und lässt sich danach erneut setzen.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	1
Default	**0**

10.1.2 Objekt 2222h: LED status

Das Objekt enthält die aktuellen Zustände der RUN- und ERR-LED. Über Subindex 1 lassen sich die beiden LED´s generell abschalten (0x00) bzw. einschalten (0x01).

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
2222h	0	Max. Subindex	3	Unsigned8	ro
	1	Settings	1: LED´s eingeschaltet	Unsigned8	rw
	2	RUN LED	-	Unsigned8	ro
	3	ERR LED	-	Unsigned8	ro

LED-Zustand	Zustands-Code, Subindex 2 bzw. 3
ON	0xFF
OFF	0x00
Flickering	0x01
Blinking	0x10
Single flash	0x21
Double flash	0x22
Inverse Single flash	0x31, rote LED
Inverse Single flash	0x32, grüne LED
Alternate Blinking	0x12
Alternate Slow Blinking	0x11

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kap. „Optische Anzeigen“, Seite 142.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3 Objekt 2040h: TR configuration parameter

Das Objekt enthält alle nicht sicherheitsgerichteten, TR-bezogenen, Konfigurationsparameter.

Index	Subindex	Kommentar	Default [Einheit]	Typ	Attr.	Seite
2040h	0	Max. Subindex	12	Unsigned8	ro	-
	1	Rotational direction	1 [steigend]	Unsigned8	rw	78
	2	Measuring range	536870912 [Schritte]	Unsigned32	rw	79
	3	Revolutions numerator	65536 [Umdr. Zähler]	Unsigned32	rw	79
	4	Revolutions denominator	1 [Umdr. Nenner]	Unsigned32	rw	79
	5	Velocity format	1 [Umdr./min]	Unsigned8	rw	82
	6	Velocity factor	1 [Faktor]	Unsigned16	rw	82
	7	Velocity integration time	100 [ms]	Unsigned16	rw	83
	8	Velocity filter intensity	0 [Filterstärke]	Unsigned8	rw	83
	9	Velocity filter type	0 [statisch]	Unsigned8	rw	84
	10	Substitute position	0 [Ersatzposition AUS]	Unsigned8	rw	84
	11	Coupled channel	0 [Gekopp. Kanal AUS]	Unsigned8	rw	84
	12	Preset value	0 [Presetwert]	Unsigned32	rw	85

10.1.3.1 Subindex 1: Rotational direction

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch einen Sprung des Absolutwertes bei Änderung der Drehrichtung-Funktion!

- Durch den internen Berechnungs-Algorithmus ergeben sich unterschiedliche Absolutpositionen für die Zählrichtungseinstellungen `fallend` bzw. `steigend`. Nach einer Änderung der Drehrichtung muss die richtige Funktion deshalb erst durch einen abgesicherten Testlauf sichergestellt werden. Unter Umständen muss die ausgegebene Position über die Preset-Funktion angepasst werden.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	1
Default	**1**

Wert	Beschreibung
0	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn fallend (Blick auf Welle, Anflanschung)
1	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn steigend (Blick auf Welle, Anflanschung)

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3.2 Subindex 2, 3, 4: Skalierungsparameter

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden beim Wiedereinschalten des Mess-Systems nach Positionierungen im stromlosen Zustand durch Verschiebung des Nullpunktes!

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Falls mehr als 32767 Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, kann der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

- Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 32767 Umdrehungen befinden.
- Kann dies nicht sichergestellt werden, muss die ausgegebene Position mit der gewünschten mechanischen Position erst verifiziert werden bevor die Anwendung gestartet werden darf.

Über die Skalierungsparameter

- Subindex 2 - Measuring range = Messlänge
- Subindex 3 - Revolutions numerator = Umdrehungen Zähler
- Subindex 4 - Revolutions denominator = Umdrehungen Nenner

kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Das Mess-System unterstützt die Getriebefunktion für Rundachsen.

Dies bedeutet, dass die ***Anzahl Schritte pro Umdrehung*** und der Quotient von `Umdrehungen Zähler/Umdrehungen Nenner` eine Dezimalzahl sein darf.

Der ausgegebene Positionswert wird mit einer Nullpunktskorrektur, der eingestellten Zählrichtung und den eingegebenen Getriebeparametern verrechnet.

Subindex 2: **MESSLÄNGE**

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

UNSIGNED32

Untergrenze	2 Schritte
Obergrenze	536 870 912 Schritte (30 Bit)
Default	**536870912**

Der tatsächlich einzugebende Obergrenzwert für die `Messlänge` ist von der Mess-System-Ausführung abhängig und kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

Messlänge = Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen

Zur Berechnung können die Parameter ***Schritte/Umdr.*** und ***Anzahl Umdrehungen*** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Subindex 3: **UMDREHUNGEN ZÄHLER /** Subindex 4: **UMDREHUNGEN NENNER**

Diese beiden Parameter zusammen, legen die ***Anzahl der Umdrehungen*** fest, bevor das Mess-System wieder bei dem Wert 0 beginnt.

Da Dezimalzahlen nicht immer endlich (wie z.B. 3,4) sein müssen, sondern mit unendlichen Nachkommastellen (z.B. 3,43535355358774...) behaftet sein können, wird die Umdrehungszahl als Bruch eingegeben.

UNSIGNED32

Untergrenze Zähler	1
Obergrenze Zähler	256000
Default Zähler	65536

UNSIGNED32

Untergrenze Nenner	1
Obergrenze Nenner	16384
Default Nenner	**1**

Formel für Getriebeberechnung:

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

Sollten bei der Eingabe der Parametrierdaten die zulässigen Bereiche von Zähler und Nenner nicht eingehalten werden können, muss versucht werden diese entsprechend zu kürzen. Ist dies nicht möglich, kann die entsprechende Dezimalzahl möglicherweise nur annähernd dargestellt werden. Die sich ergebende kleine Ungenauigkeit wird bei echten Rundachsenanwendungen (Endlos-Anwendungen in eine Richtung fahrend) mit der Zeit aufaddiert.
Zur Abhilfe kann z.B. nach jedem Umlauf eine Justage durchgeführt werden, oder man passt die Mechanik bzw. Übersetzung entsprechend an.

Der Parameter **Anzahl Schritte pro Umdrehung** darf ebenfalls eine Dezimalzahl sein, jedoch nicht die `Messlänge`. Das Ergebnis aus obiger Formel muss auf bzw. abgerundet werden. Der dabei entstehende Fehler verteilt sich auf die programmierte gesamte Umdrehungsanzahl und ist somit vernachlässigbar.

Vorgehensweise bei Linearachsen (Vor- und Zurück-Verfahrbewegungen):

Der Parameter `Umdrehungen Nenner` kann bei Linearachsen fest auf "1" programmiert werden. Der Parameter `Umdrehungen Zähler` wird etwas größer als die benötigte Umdrehungsanzahl programmiert. Somit ist sichergestellt, dass das Mess-System bei einer geringfügigen Überschreitung des Verfahrweges keinen Istwertsprung (Nullübergang) erzeugt. Der Einfachheit halber kann auch der volle Umdrehungsbereich des Mess-Systems programmiert werden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Das folgende Beispiel soll die Vorgehensweise näher erläutern:

Gegeben:

- Mess-System mit 4096 Schritte/Umdr. und max. 4096 Umdrehungen
- Auflösung 1/100 mm

- Sicherstellen, dass das Mess-System in seiner vollen Auflösung und Messlänge (4096x4096) programmiert ist:
  Messlänge in Schritten = 16777216,
  Umdrehungen Zähler = 4096
  Umdrehungen Nenner = 1
  Zu erfassende Mechanik auf Linksanschlag bringen
- Mess-System mittels Justage auf „0“ setzen
- Zu erfassende Mechanik in Endlage bringen
- Den mechanisch zurückgelegten Weg in mm vermessen
- Istposition des Mess-Systems an der angeschlossenen Steuerung ablesen

Annahme:

- zurückgelegter Weg = 2000 mm
- Mess-System-Istposition nach 2000 mm = 607682 Schritte

Daraus folgt:

Anzahl zurückgelegter Umdrehungen = 607682 Schritte / 4096 Schritte/Umdr.
= **148,3598633 Umdrehungen**

Anzahl mm / Umdrehung = 2000 mm / 148,3598633 Umdr. = **13,48073499mm / Umdr.**

Bei 1/100mm Auflösung entspricht dies einer **Schrittzahl / Umdrehung** von **1348,073499**

erforderliche Programmierungen:

Anzahl Umdrehungen Zähler = ***4096***
Anzahl Umdrehungen Nenner = ***1***

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

$$= 1348{,}073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}}$$

= ***5521709 Schritte*** *(abgerundet)*

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3.3 Subindex 5: Velocity format

Subindex 5 gibt die Auflösung an, mit der die Geschwindigkeit berechnet und ausgegeben wird.

Die Geschwindigkeit wird vorzeichenbehaftet, als Zweierkomplement ausgegeben:

- Zählrichtungseinstellung = steigend
  - Ausgabe positiv, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

- Zählrichtungseinstellung = fallend
  - Ausgabe negativ, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	U/sec * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Sekunde], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
1	U/min * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Minute], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	X
2	U/std * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Stunde], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
3	Schritte/Integra-tionszeit	Integrationszeit in [ms]	

10.1.3.4 Subindex 6: Velocity factor

Subindex 6 gibt für den Parameter `Subindex 5: Velocity format` den Faktorwert an.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	1000
Default	**1**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3.5 Subindex 7: Velocity integration time

Subindex 7 gibt für den Parameter `Subindex 5: Velocity format` die Integrationszeit in [ms] an, siehe Seite 82.

Der Parameter dient zur Berechnung der Geschwindigkeit, welche über die zyklischen Prozessdaten ausgegeben wird. Die Geschwindigkeit wird hierbei in `Schritte/Integrationszeit` angegeben. Hohe Integrationszeiten ermöglichen hochauflösende Messungen bei geringen Drehzahlen. Niedrige Integrationszeiten zeigen Geschwindigkeitsänderungen schneller an und sind gut geeignet für hohe Drehzahlen und große Dynamik.

UNSIGNED16

Untergrenze	1 ms
Obergrenze	1000 ms
Default	**100 ms**

Beispiel

Gegeben:
- Programmierte Auflösung = 8192 Schritte pro Umdrehung
- Drehzahl = 4800 Umdrehungen pro Minute
- Integrationszeit t_i = 50 ms = 0,05 s

Gesucht:
- Ausgabewert in Schritte/Integrationszeit

$$\text{Anzahl Schritte / s} = \frac{8192 \text{ Schritte} * 4800 \ \cancel{\text{Umdr.}}}{\cancel{\text{Umdr.}} * 60 \text{ s}} = \frac{655360 \text{ Schritte}}{1 \text{ s}}$$

$$\text{Anzahl Schritte / } t_i = \frac{655360 \text{ Schritte}}{1 \text{ s}} * 0{,}05 \text{ s} = 32768 \text{ Schritte}$$

Schritte/Integrationszeit = 32768 Schritte / 50 ms

10.1.3.6 Subindex 8: Velocity filter intensity

Mit Hilfe des Parameters `Velocity filter intensity` kann die ausgegebene Geschwindigkeit gemittelt werden. Die Stärke der Mittelung kann vorgegeben werden. Zusätzlich kann ausgewählt werden, ob die Filterung in Beschleunigungsphasen dynamisch abgeschaltet wird, siehe nachfolgend beschriebenen Parameter `Velocity filter type`. Dadurch kann das Geschwindigkeitssignal dem realen Verlauf bei Änderungen schnell folgen und ist im stationären Bereich stabil.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	10
Default	**0**

0: keine Filterung

1: schwache Filterung, hohe Grenzfrequenz

. . .

10: starke Filterung, niedrige Grenzfrequenz

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3.7 Subindex 9: Velocity filter type

Siehe hierzu auch Parameter `Subindex 8: Velocity filter intensity` auf Seite 83.

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	statisch	Die Tiefpass-Filter Charakteristik wirkt auf die Istwert-Ausgabe der Geschwindigkeit, unabhängig vom aktuellen Bewegungs- bzw. Beschleunigungs-Status des Antriebs.	X
1	dynamisch	Die Tiefpass-Filter Charakteristik wird deaktiviert, sobald das Mess-System eine signifikante Beschleunigungsänderung im Geschwindigkeitssignal erkennt. Der Tiefpass-Filter wird reaktiviert, sobald eine gleichförmige Bewegung vom Mess-System erkannt wird.	

10.1.3.8 Subindex 10: Substitute position

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	aus	Funktion ausgeschaltet	X
1	ein	Ausgabe der Ersatzposition, wenn sich der Positionskanal im Fehlerzustand befindet, siehe auch Parameter `Subindex 1: Sensor status` auf Seite 86.	

10.1.3.9 Subindex 11: Coupled channel

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	aus	Funktion ausgeschaltet	X
1	ein	Mit der Einstellung `Coupled channel = ein` kann festgelegt werden, ob der NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten-Kanal (PDO) mit dem sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal (SRDO) gekoppelt werden soll. In diesem Fall werden die Einstellungen für die Position (Objekt 2410h, Subindizes 1 bis 4) und die Geschwindigkeit (Objekt 2410h, Subindizes 5 bis 9) vom sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal verwendet und die vorherrschenden Einstellungen im NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal für die Position (Objekt 2040h, Subindizes 1 bis 4) und Geschwindigkeit (Objekt 2040h, Subindizes 5 bis 9) ignoriert. Die Preset-Funktion kann nur im sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal (Objekt 2432h) durchgeführt werden, die NICHT-sicherheitsgerichtete Preset-Funktion über Objekt 2040h, Subindex 12 hingegen, ist gesperrt.	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.3.10 Subindex 12: Preset value

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Funktion!

- Die Preset-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Preset-Funktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Der ausgegebene Positionswert in `Objekt 2041h: TR TPDO values`, `Subindex 2: Position` wird auf den Parameter `Preset value` gesetzt, wenn auf diesen Subindex geschrieben wird.

Wenn sich das Mess-Sysem bei Ausführung der Preset-Funktion nicht im TR-Mode befindet, antwortet das Mess-System mit dem Abort-Code 0601 0000h und verweigert die Preset-Ausführung.

Bei Eingaben eines ungültigen Presetwerts antwortet das Mess-System mit dem Abort-Code: 0600 0030h.

UNSIGNED32

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Presetwert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^{7} bis 2^{0}	2^{15} bis 2^{8}	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.4 Objekt 2041h: TR TPDO values

Das Objekt enthält alle nicht sicherheitsgerichteten zyklischen Ausgabedaten wie Status, Position und Geschwindigkeit und können in das TPDO Prozessdaten-Mapping mit aufgenommen werden.

Index	Subindex	Kommentar	Default	PDO-Mapping	Typ	Attr.	Seite
2041h	0	Max. Subindex	4	nein	Unsigned8	ro	-
	1	Sensor status	0	ja	Unsigned8	ro	86
	2	Position	0	ja	Unsigned32	ro	87
	3	Velocity 32 Bit	0	ja	Integer32	ro	87
	4	Velocity 16 Bit	0	ja	Integer16	ro	88

10.1.4.1 Subindex 1: Sensor status

Über Subindex 1 `Sensor status` wird der aktuelle nicht sicherheitsgerichtete Mess System – Status ausgegeben.

UNSIGNED8, nur lesen

Untergrenze	0
Obergrenze	255
Default	**0**
PDO-Mapping	ja

Bit	Funktion
0	Geschwindigkeitsüberlauf 32 Bit 0: kein Geschwindigkeitsüberlauf 1: Geschwindigkeitsüberlauf vorhanden
1	Ausgabe der Originalposition 0: Position fehlerhaft, Kanal im Fehlerzustand 1: Ausgabe der Originalposition
2	Ausgabe der Ersatzposition 0: keine Ausgabe der Ersatzposition 1: Ausgabe der Ersatzposition Die Ersatzposition (`Substitute position` = `ein`) muss entsprechend eingestellt werden, siehe Kap. 10.1.3.8, Seite 84.
3	unbenutzt
4	Geschwindigkeitsüberlauf 16 Bit 0: kein Geschwindigkeitsüberlauf 1: Geschwindigkeitsüberlauf vorhanden
5-7	unbenutzt



Wenn die Bits 1 und 2 auf 0 gesetzt werden, werden keine gültigen Werte mehr ausgegeben. Im Betriebszustand `OPERATIONAL` wird damit angezeigt, dass über SDO-Dienste gerade eine Umparametrierung stattfindet. Dies ist auch dann der Fall, wenn über das Objekt 2040h die Preset-Funktion augelöst worden ist. Sobald Bit 1 wieder auf 1 gesetzt worden ist, ist die Umparametrierung abgeschlossen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.4.2 Subindex 2: Position

Über Subindex 2 `Position` wird die aktuelle skalierte nicht sicherheitsgerichtete Mess System – Position ausgegeben.

UNSIGNED32, nur lesen

Untergrenze	0
Obergrenze	4294967295
Default	**0**
PDO-Mapping	ja

Positionswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.1.4.3 Subindex 3: Velocity 32 Bit

Über Subindex 3 `Velocity 32 Bit` wird die aktuelle skalierte nicht sicherheitsgerichtete Mess System – Geschwindigkeit als 32 Bit Wert ausgegeben. Einstellungsmöglichkeiten siehe Objekt 2040h: TR configuration parameter auf Seite 78.

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von -2147483648…+2147483647, führt dies zu einem Überlauf, welcher über Subindex 1 `Sensor status` Bit 0 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung im `Sensor status` wieder gelöscht.
Die Geschwindigkeit wird in der Standardeinstellung in `Umdr./min` ausgegeben.

INTEGER32, nur lesen

Untergrenze	-2147483648
Obergrenze	2147483647
Default	**0**
PDO-Mapping	ja

Geschwindigkeitswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.1.4.4 Subindex 4: Velocity 16 Bit

Über Subindex 4 `Velocity 16 Bit` wird die aktuelle skalierte nicht sicherheitsgerichtete Mess System – Geschwindigkeit als 16 Bit Wert ausgegeben. Einstellungsmöglichkeiten siehe Objekt 2040h: TR configuration parameter auf Seite 78.

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von -32768…+32767, führt dies zu einem Überlauf, welcher über Subindex 1 `Sensor status` Bit 4 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung im `Sensor status` wieder gelöscht.
Die Geschwindigkeit wird in der Standardeinstellung in `Umdr./min` ausgegeben.

INTEGER16, nur lesen

Untergrenze	-32768
Obergrenze	32767
Default	**0**
PDO-Mapping	ja

Geschwindigkeitswert	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2 TR - Mode, sicherheitsgerichtet

10.2.1 Objekt 2220h: TR safe state simulation

In der Einrichtphase bzw. zu Testzwecken kann das Mess-System mit Schreiben des Wertes 2Ch in den fehlersicheren Zustand versetzt werden. Dabei verhält sich das Mess-System genau gleich, als wenn ein sicherheitsrelevanter Fehler aufgetreten wäre. Abhängig von den vorherrschenden Einstellungen wird das Mess-System entweder in den `Passiv-Sicheren-Zustand` bzw. in den `Aktiv-Sicheren-Zustand` versetzt, siehe Kap. 13 auf Seite 141.

Nur bei dem Empfang des Wertes 00h kann das Mess-System wieder in den Betriebsmodus versetzt werden, andere Werte führen zu einem Fehler. Hierfür muss, wie bei einem wirklich aufgetreten Fehler, anschließend eine entsprechende Fehler-Quittierung gemäß Kap. 13 erfolgen.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	255
Default	**0**

10.2.2 Objekt 2410h: TR safety configuration parameter

Das Objekt enthält alle sicherheitsgerichteten TR-bezogenen Konfigurationsparameter.



Um die sicherheitsgerichteten Konfigurationsparameter zu verifizieren, wird auf jeden Parameter eine Sicherheitssignatur angewendet,
siehe `Objekt 24FFh: TR safety configuration signature` auf Seite 103.

Index	Subindex	Kommentar	Default [Einheit]	Typ	Attr.	Seite
2410h	0	Max. Subindex	12	Unsigned8	ro	-
	1	Rotational direction	1 [steigend]	Unsigned8	rw	90
	2	Measuring range	536870912 [Schritte]	Unsigned32	rw	90
	3	Revolutions numerator	65536 [Umdr. Zähler]	Unsigned32	rw	90
	4	Revolutions denominator	1 [Umdr. Nenner]	Unsigned32	rw	90
	5	Velocity format	1 [Umdr./min]	Unsigned8	rw	94
	6	Velocity factor	1 [Faktor]	Unsigned16	rw	94
	7	Velocity integration time	100 [ms]	Unsigned16	rw	95
	8	Velocity filter intensity	0 [Filterstärke]	Unsigned8	rw	95
	9	Velocity filter type	0 [statisch]	Unsigned8	rw	96
	10	Window increments	1000 [Inkremente]	Unsigned16	rw	96
	11	Error behavior	0 [Fehlerverhalten]	Unsigned8	rw	96
	12	Preset value	0 [Presetwert]	Unsigned32	rw	97

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.2.1 Subindex 1: Rotational direction

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch einen Sprung des Absolutwertes bei Änderung der Drehrichtung-Funktion!

- Durch den internen Berechnungs-Algorithmus ergeben sich unterschiedliche Absolutpositionen für die Zählrichtungseinstellungen `fallend` bzw. `steigend`. Nach einer Änderung der Drehrichtung muss die richtige Funktion deshalb erst durch einen abgesicherten Testlauf sichergestellt werden. Unter Umständen muss die ausgegebene Position über die Preset-Funktion angepasst werden.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	1
Default	**1**

Wert	Beschreibung
0	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn fallend (Blick auf Welle, Anflanschung)
1	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn steigend (Blick auf Welle, Anflanschung)

10.2.2.2 Subindex 2, 3, 4: Skalierungsparameter

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden beim Wiedereinschalten des Mess-Systems nach Positionierungen im stromlosen Zustand durch Verschiebung des Nullpunktes!

Weichen die Einstellungen der nachfolgend aufgeführten Skalierungsparameter von den Standardeinstelllungen ab, kann, falls mehr als die zulässigen Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

- SIL2 – Mess-System: Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 3200 Umdrehungen befinden.
- SIL3 – Mess-System: Sicherstellen, dass sich Positionierungen im stromlosen Zustand bei einem Multi-Turn Mess-System innerhalb von 320 Umdrehungen befinden.
- Kann dies nicht sichergestellt werden, muss die ausgegebene Position mit der gewünschten mechanischen Position erst verifiziert werden bevor die Anwendung gestartet werden darf.
  Wurden die zulässigen Umdrehungen überschritten, wird dieser Umstand beim Wiederanlauf des Mess-Systems über Objekt 2420h `TR safety status`, Bit 7 `Scaling Error` = 1, angezeigt. Nach positiver Verifizierung kann das `Scaling Error` Bit durch Ausführung der Preset-Justage-Funktion gelöscht werden, siehe Kap. 10.2.11 auf Seite 104.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Über die Skalierungsparameter

- Subindex 2 - Measuring range = Messlänge
- Subindex 3 - Revolutions numerator = Umdrehungen Zähler
- Subindex 4 - Revolutions denominator = Umdrehungen Nenner

kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Das Mess-System unterstützt die Getriebefunktion für Rundachsen.

Dies bedeutet, dass die ***Anzahl Schritte pro Umdrehung*** und der Quotient von `Umdrehungen Zähler/Umdrehungen Nenner` eine Dezimalzahl sein darf.

Der ausgegebene Positionswert wird mit einer Nullpunktskorrektur, der eingestellten Zählrichtung und den eingegebenen Getriebeparametern verrechnet.

Subindex 2: **MESSLÄNGE**

Legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei Null beginnt.

UNSIGNED32

Untergrenze	2 Schritte
Obergrenze	536 870 912 Schritte (30 Bit)
Default	**536870912**

Der tatsächlich einzugebende Obergrenzwert für die `Messlänge` ist von der Mess-System-Ausführung abhängig und kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

Messlänge = Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen

Zur Berechnung können die Parameter ***Schritte/Umdr.*** und ***Anzahl Umdrehungen*** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.

Subindex 3: **UMDREHUNGEN ZÄHLER /** Subindex 4: **UMDREHUNGEN NENNER**

Diese beiden Parameter zusammen, legen die ***Anzahl der Umdrehungen*** fest, bevor das Mess-System wieder bei dem Wert 0 beginnt.

Da Dezimalzahlen nicht immer endlich (wie z.B. 3,4) sein müssen, sondern mit unendlichen Nachkommastellen (z.B. 3,43535355358774...) behaftet sein können, wird die Umdrehungszahl als Bruch eingegeben.

UNSIGNED32

Untergrenze Zähler	1
Obergrenze Zähler	256000
Default Zähler	65536

UNSIGNED32

Untergrenze Nenner	1
Obergrenze Nenner	16384
Default Nenner	**1**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Formel für Getriebeberechnung:

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

Sollten bei der Eingabe der Parametrierdaten die zulässigen Bereiche von Zähler und Nenner nicht eingehalten werden können, muss versucht werden diese entsprechend zu kürzen. Ist dies nicht möglich, kann die entsprechende Dezimalzahl möglicherweise nur annähernd dargestellt werden. Die sich ergebende kleine Ungenauigkeit wird bei echten Rundachsenanwendungen (Endlos-Anwendungen in eine Richtung fahrend) mit der Zeit aufaddiert.
Zur Abhilfe kann z.B. nach jedem Umlauf eine Justage durchgeführt werden, oder man passt die Mechanik bzw. Übersetzung entsprechend an.

Der Parameter **Anzahl Schritte pro Umdrehung** darf ebenfalls eine Dezimalzahl sein, jedoch nicht die `Messlänge`. Das Ergebnis aus obiger Formel muss auf bzw. abgerundet werden. Der dabei entstehende Fehler verteilt sich auf die programmierte gesamte Umdrehungsanzahl und ist somit vernachlässigbar.

Vorgehensweise bei Linearachsen (Vor- und Zurück-Verfahrbewegungen):

Der Parameter `Umdrehungen Nenner` kann bei Linearachsen fest auf "1" programmiert werden. Der Parameter `Umdrehungen Zähler` wird etwas größer als die benötigte Umdrehungsanzahl programmiert. Somit ist sichergestellt, dass das Mess-System bei einer geringfügigen Überschreitung des Verfahrweges keinen Istwertsprung (Nullübergang) erzeugt. Der Einfachheit halber kann auch der volle Umdrehungsbereich des Mess-Systems programmiert werden.

Das folgende Beispiel soll die Vorgehensweise näher erläutern:

Gegeben:

- Mess-System mit 4096 Schritte/Umdr. und max. 4096 Umdrehungen
- Auflösung 1/100 mm

- Sicherstellen, dass das Mess-System in seiner vollen Auflösung und Messlänge (4096x4096) programmiert ist:
  Messlänge in Schritten = 16777216,
  Umdrehungen Zähler = 4096
  Umdrehungen Nenner = 1
  Zu erfassende Mechanik auf Linksanschlag bringen
- Mess-System mittels Justage auf „0“ setzen
- Zu erfassende Mechanik in Endlage bringen
- Den mechanisch zurückgelegten Weg in mm vermessen
- Istposition des Mess-Systems an der angeschlossenen Steuerung ablesen

Annahme:

- zurückgelegter Weg = 2000 mm
- Mess-System-Istposition nach 2000 mm = 607682 Schritte

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Daraus folgt:

Anzahl zurückgelegter Umdrehungen = 607682 Schritte / 4096 Schritte/Umdr.
= **148,3598633 Umdrehungen**

Anzahl mm / Umdrehung = 2000 mm / 148,3598633 Umdr. = **13,48073499mm / Umdr.**

Bei 1/100mm Auflösung entspricht dies einer **Schrittzahl / Umdrehung** von **1348,073499**

erforderliche Programmierungen:

Anzahl Umdrehungen Zähler = ***4096***
Anzahl Umdrehungen Nenner = ***1***

$$\text{Messlänge in Schritten} = \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}}$$

$$= 1348{,}073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}}$$

= ***5521709 Schritte*** *(abgerundet)*

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.2.3 Subindex 5: Velocity format

Subindex 5 gibt die Auflösung an, mit der die Geschwindigkeit berechnet und ausgegeben wird.

Die Geschwindigkeit wird vorzeichenbehaftet, als Zweierkomplement ausgegeben:

- Zählrichtungseinstellung = steigend
  - Ausgabe positiv, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

- Zählrichtungseinstellung = fallend
  - Ausgabe negativ, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	U/sec * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Sekunde], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
1	U/min * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Minute], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	X
2	U/std * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Stunde], multipliziert mit dem unter Parameter *Velocity factor* eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
3	Schritte/Integra-tionszeit	Ausgabe in [Schritte/ms]	

10.2.2.4 Subindex 6: Velocity factor

Subindex 6 gibt für den Parameter `Subindex 5: Velocity format` den Faktorwert an.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	1000
Default	**1**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.2.5 Subindex 7: Velocity integration time

Subindex 7 gibt für den Parameter `Subindex 5: Velocity format` die Integrationszeit in [ms] an, siehe Seite 94.

Der Parameter dient zur Berechnung der Geschwindigkeit, welche über die zyklischen Prozessdaten ausgegeben wird. Die Geschwindigkeit wird hierbei in `Schritte/Integrationszeit` angegeben. Hohe Integrationszeiten ermöglichen hochauflösende Messungen bei geringen Drehzahlen. Niedrige Integrationszeiten zeigen Geschwindigkeitsänderungen schneller an und sind gut geeignet für hohe Drehzahlen und große Dynamik.

UNSIGNED16

Untergrenze	1 ms
Obergrenze	1000 ms
Default	**100 ms**

Beispiel

Gegeben:
- Programmierte Auflösung = 8192 Schritte pro Umdrehung
- Drehzahl = 4800 Umdrehungen pro Minute
- Integrationszeit t_i = 50 ms = 0,05 s

Gesucht:
- Ausgabewert in Schritte/Integrationszeit

$$\text{Anzahl Schritte / s} = \frac{8192 \text{ Schritte} * 4800 \text{ } \cancel{\text{Umdr.}}}{\cancel{\text{Umdr.}} * 60 \text{ s}} = \frac{655360 \text{ Schritte}}{1 \text{ s}}$$

$$\text{Anzahl Schritte / } t_i = \frac{655360 \text{ Schritte}}{1 \text{ s}} * 0{,}05 \text{ s} = 32768 \text{ Schritte}$$

Schritte/Integrationszeit = 32768 Schritte / 50 ms

10.2.2.6 Subindex 8: Velocity filter intensity

Mit Hilfe des Parameters `Velocity filter intensity` kann die ausgegebene Geschwindigkeit gemittelt werden. Die Stärke der Mittelung kann vorgegeben werden. Zusätzlich kann ausgewählt werden, ob die Filterung in Beschleunigungsphasen dynamisch abgeschaltet wird, siehe nachfolgend beschriebenen Parameter `Velocity filter type`. Dadurch kann das Geschwindigkeitssignal dem realen Verlauf bei Änderungen schnell folgen und ist im stationären Bereich stabil.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	10
Default	**0**

0: keine Filterung

1: schwache Filterung, hohe Grenzfrequenz

. . .

10: starke Filterung, niedrige Grenzfrequenz

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.2.7 Subindex 9: Velocity filter type

Siehe hierzu auch Parameter `Subindex 8: Velocity filter intensity` auf Seite 95.

UNSIGNED8

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0	statisch	Die Tiefpass-Filter Charakteristik wirkt auf die Istwert-Ausgabe der Geschwindigkeit, unabhängig vom aktuellen Bewegungs- bzw. Beschleunigungs-Status des Antriebs.	X
1	dynamisch	Die Tiefpass-Filter Charakteristik wird deaktiviert, sobald das Mess-System eine signifikante Beschleunigungsänderung im Geschwindigkeitssignal erkennt. Der Tiefpass-Filter wird reaktiviert, sobald eine gleichförmige Bewegung vom Mess-System erkannt wird.	

10.2.2.8 Subindex 10: Window Increments

Der Parameter definiert die maximal zulässige Positionsabweichung in Inkrementen der im Mess-System integrierten Master / Slave - Abtastsystemen. Das zulässige Toleranzfenster ist im Wesentlichen von der maximalen im System vorkommenden Drehzahl abhängig und muss vom Anlagenbetreiber erst ermittelt werden. Höhere Drehzahlen erfordern ein größeres Toleranzfenster.

UNSIGNED16

Untergrenze	50
Obergrenze	4000
Default	**1000**



Je größer die Fensterinkremente, desto größer der Winkel, bis ein Fehler erkannt wird.

Für die Positionsabweichung in Inkrementen wird immer die nicht skalierte Auflösung von 13 Bit = 8192 Schritte/Umdrehung zu Grunde gelegt.

10.2.2.9 Subindex 11: Error behavior

Der Parameter definiert wie sich das Mess-System verhält, wenn ein sicherheitsrelevanter Fehler aufgetreten ist.

Wert 0: Das Mess-System wird bei einem sicherheitsrelevanten Fehler in den `Passiv-Sicheren-Zustand` versetzt.

Wert 1: Das Mess-System wird bei einem sicherheitsrelevanten Fehler in den `Aktiv-Sicheren-Zustand` versetzt.

Allgemeine Definition des sicheren Zustandes, siehe Kap. 13 auf Seite 141.

UNSIGNED8

Untergrenze	0
Obergrenze	1
Default	**0**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.2.10 Subindex 12: Preset value

⚠WARNUNG
ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Funktion!

- Die Preset-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Preset-Funktion wird verwendet, um den sicherheitsgerichteten Mess-System-Wert im `PRE-OPERATIONAL` Zustand auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Damit der sicherheitsgerichtete Positionswert in `Objekt 2422h: TR safety position` auf den Parameter `Preset value` gesetzt wird, muss folgender Ablauf eingehalten werden:

1. NMT-Zustand = `PRE-OPERATIONAL`
2. Das Mess-System muss sich im TR-Mode befinden.
3. Gewünschte Parametrierung der sicherheitsgerichteten Parameter in `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` vornehmen.
4. Gewünschten Presetwert durch einen SDO-Schreibservice auf diesen Subindex übertragen. Auch wenn der gewünschte Presetwert bereits enthalten sein sollte, wird zur Einleitung der Funktion zwingend ein SDO-Schreibservice benötigt.
5. Über die in `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` enthaltenen Parameter die CRC berechnen und diese in das `Objekt 24FFh: TR safety configuration signature` übertragen.
6. Zurücklesen aller sicherheitsrelevanten Parameter sowie der CRC-Signaturen und Vergleichen mit den geschriebenen Parametern.
7. In `Objekt 24FEh: TR safety configuration valid` die Parameter-Konfiguration mit dem Wert A5h auf gültig setzen.

Wenn alle Parameter stimmen und die durchgeführten Selbsttests keine Fehler aufweisen, wird die Preset-Funktion ausgeführt und der vorgegebene Presetwert als neuer Positionswert gesetzt.
Liegt ein sicherheitsgerichteter Fehler vor, wird die Preset-Funktion nicht aufgeführt und die Parameter-Konfiguration in `Objekt 24FEh: TR safety configuration valid` mit dem Wert = 00h als ungültig gekennzeichnet.
Bei Eingaben eines ungültigen Presetwerts (außerhalb Messbereich) antwortet das Mess-System mit einem entsprechenden Abort-Code, die Parameter-Konfiguration in Objekt 24FEh bleibt jedoch weiterhin gültig (A5h).

UNSIGNED32

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Presetwert, sicherheitsgerichtet			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.3 Objekt 2420h: TR safety status

Über Objekt `TR safety status` wird der sicherheitsgerichtete Mess-System – Status ausgegeben und ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Objekt 2421h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 2420h.

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch unkontrolliertes Anlaufen des Antriebssystems, bei Nicht-Auswertung des Bits `Safe State` !

- Die ausgegebenen Istwerte haben nur Gültigkeit, wenn das `Safe State`-Bit = 1 ist.

UNSIGNED16, nur lesen, SRDO-Mapping

Bit	Beschreibung
0	`Velocity 32 Bit Error` Bit = 1, wenn der Geschwindigkeitswert in Objekt 2424h außerhalb des Bereiches von –2147483648…+2147483647 liegt. Das Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn sich der Geschwindigkeitswert wieder im zulässigen Bereich befindet.
1	`Velocity 16 Bit Error` Bit = 1, wenn der Geschwindigkeitswert in Objekt 2426h außerhalb des Bereiches von –32768…+32767 liegt. Das Bit wird automatisch zurückgesetzt, wenn sich der Geschwindigkeitswert wieder im zulässigen Bereich befindet.
2	`Preset OK` Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage erfolgreich ausgeführt werden konnte.
3	`Preset Error` Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage aufgrund eines Fehlers nicht ausgeführt werden konnte. Das Bit kann über die Preset-Steuerbits `Preset Request` und `Preset Preparation` in Objekt 2430h wieder zurückgesetzt werden.
4	`Safe State` Bit = 0, - in der Initialisierungsphase, bzw. wenn die Initialisierung nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte - wenn eine Preset-Anfrage über das Steuerbit `Preset Preparation` eingeleitet wird - wenn sich das Mess-System im sicheren Zustand befindet Bit = 1, - wenn die Initialisierung erfolgreich abgeschlossen werden konnte - wenn die Preset-Steuerbits `Preset Request` und `Preset Preparation` wieder zurückgesetzt wurden
5	`Preset Active` Bit = 1, wenn über das Steuerbit `Preset Request` die Preset-Ausführung ausgelöst wird. Nach Beendigung der Preset-Ausführung wird das Bit automatisch zurückgesetzt.
6	reserviert
7	Scaling Error Bit = 1, wenn das Mess-System im stromlosen Zustand verfahren wurde. Da nicht überprüft werden kann, ob hierbei ein Nullübergang erzeugt worden ist, muss die ausgegebene Position mit der gewünschten mechanischen Position erst verifiziert werden bevor die Anwendung gestartet wird. Nach positiver Verifizierung kann das Bit durch Ausführung der Preset-Justage-Funktion gelöscht werden, siehe Kap. 10.2.11 auf Seite 104.

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: TR safety status

8	Error Acknowledge Request Bit = 1, wenn ein vorher eingenommener sicherer Zustand wieder verlassen werden kann. Dazu ist eine Fehler-Quittierung des Anwenders über das Ausgangsbit 2^6 `Error Acknowledge` in Objekt 2430h notwendig.
9	reserviert
10	`Device Fault` Bit = 1, wenn mindestens ein aktiver Gerätefehler vorliegt und sich das Mess-System im fehlersicheren Zustand befindet. Fehlerbeseitigung, siehe Kap. `Optische Anzeigen` -> `ERR-LED` -> Blinkmodus `Inverse Single Flash` auf Seite 143. Nach Beseitigung des Fehlers muss der Fehler gemäß Kap. „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141 noch quittiert werden.
11…15	reserviert

10.2.4 Objekt 2430h: TR safety control

Über Objekt `TR safety control` können verschiedene Mess-System – bezogene Steuerungsfunktionen ausgeführt werden und ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.



Beim Setzen der Bits muss darauf geachtet werden, dass in Objekt 2431h die bitweise invertierten Daten des Objekts 2430h geschrieben werden!

UNSIGNED16, SRDO-Mapping

Bit	Beschreibung
0	`Preset Preparation` Das Bit dient zur Vorbereitung der Preset-Justage-Funktion. Nur wenn dieses Bit gesetzt ist, kann über das Steuerbit `Preset Request` der eigentliche Preset ausgeführt werden. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kap. 10.2.11 auf Seite 104.
1	`Preset Request` Das Bit dient zur Steuerung der Preset-Justage-Funktion. Mit Ausführung dieser Funktion wird die Position in Objekt 2422h auf den in `Objekt 2432h: TR safety preset value` hinterlegten Positionswert gesetzt. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kap. 10.2.11 auf Seite 104.
2…5	reserviert
6	`Error Acknowledge` Das Bit dient zur Fehler-Quittierung durch den Anwender und erfolgt auf Eingangsbit 2^8 `Error Acknowledge Request` =1 in Objekt 2420h.
7…15	reserviert

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.5 Objekt 2422h: TR safety position

Über Objekt `TR safety position` wird die aktuelle skalierte absolute sicherheitsgerichtete Istposition des Mess-Systems ohne Vorzeichen als 32-Bit-Binärwert ausgegeben.

Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Objekt 2423h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 2422h.

UNSIGNED32, nur lesen, SRDO-Mapping

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Positionswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.2.6 Objekt 2424h: TR safety velocity 32Bit

Über Objekt `TR safety velocity 32Bit` wird die aktuelle skalierte sicherheitsgerichtete Geschwindigkeit des Mess-Systems als vorzeichenbehafteter 32-Bit Zweierkomplement-Wert ausgegeben. Standardeinstellung: `U/min`, siehe Parameter `Subindex 5: Velocity format` auf Seite 94.
Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von -2147483648…+2147483647, führt dies zu einem Überlauf, welcher über `Objekt 2420h: TR safety status` Bit 0 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung in `Objekt 2420h: TR safety status` Bit 0 wieder gelöscht.

Objekt 2425h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 2424h.

INTEGER32, nur lesen, SRDO-Mapping

Untergrenze	-2147483648
Obergrenze	2147483647
Default	**0**

Geschwindigkeitswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.7 Objekt 2426h: TR safety velocity 16Bit

Über Objekt `TR safety velocity 16Bit` wird die aktuelle skalierte sicherheitsgerichtete Geschwindigkeit des Mess-Systems als vorzeichenbehafteter 16-Bit Zweierkomplement-Wert ausgegeben. Standardeinstellung: `U/min`, siehe Parameter `Subindex 5: Velocity format` auf Seite 94.
Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von -32768…+32767, führt dies zu einem Überlauf, welcher über `Objekt 2420h: TR safety status` Bit 1 gemeldet wird. Zum Zeitpunkt des Überlaufs bleibt die Geschwindigkeit auf dem jeweiligen +/- Maximalwert stehen, bis sich die Geschwindigkeit wieder im Darstellungsbereich befindet. In diesem Fall wird auch die Meldung in `Objekt 2420h: TR safety status` Bit 1 wieder gelöscht.

Objekt 2427h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 2426h.

INTEGER16, nur lesen, SRDO-Mapping

Untergrenze	-32768
Obergrenze	32767
Default	**0**

Geschwindigkeitswert	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

10.2.8 Objekt 2432h: TR safety preset value

Über Objekt `TR safety preset value` kann der Nullpunkt des Mess-Systems auf den mechanischen Nullpunkt angeglichen werden. Der gewünschte sicherheitsgerichtete Presetwert muss sich im Bereich von 0 bis (Messlänge in Schritten – 1) befinden, andernfalls wird die Preset-Justage-Funktion nicht ausgeführt und im `Objekt 2420h: TR safety status` das Bit 3 `Preset Error` = 1 gesetzt.
Der Presetwert wird in `Objekt 2422h: TR safety position` als neuer Positionswert gesetzt, wenn die Preset-Justage-Funktion ausgeführt wird, siehe Kap. 10.2.11 auf Seite 104.

Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.



Beim Setzen der Bits muss darauf geachtet werden, dass in Objekt 2433h die bitweise invertierten Daten des Objekts 2432h geschrieben werden!

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

UNSIGNED32, SRDO-Mapping

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Presetwert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.2.9 Objekt 24FEh: TR safety configuration valid

Dieses Objekt zeigt an, ob die aktuell eingestellten sicherheitsgerichteten Mess-System – bezogenen TR-Mode Parameterdaten aus `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` gültig sind. Ein Schreibzugriff auf einen dieser Parameter setzt das Objekt automatisch auf ungültig = 00h.

Das Objekt ist auf gültig = A5h zu setzen, nachdem die Konfiguration der Sicherheitsanwendung abgeschlossen und die Signatur der Sicherheitsanwendungskonfiguration über `Objekt 24FFh: TR safety configuration signature` validiert wurde.

UNSIGNED8

Attribut	**Bedeutung**
Zugriff	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL
Wertebereich	A5h: Konfiguration ist gültig
	≠ A5h: Konfiguration ist ungültig
Standardwert	00h

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.10 Objekt 24FFh: TR safety configuration signature

Dieses Objekt wird verwendet, um die sicherheitsgerichteten Mess-System – bezogenen TR-Mode Parameterdaten zu verifizieren. Auf jeden Parameter wird eine Sicherheitssignatur angewendet. Hierzu stellt TR Electronic ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug Namens `TR CAN Device Tool` zur Verfügung, siehe Kap. 6.2 auf Seite 48. Das Konfigurationswerkzeug lädt die eingestellten Parameterdaten in das Mess-System herunter, berechnet die CRC-Signatur und überträgt anschließend die berechnete CRC-Signatur an das Mess-System in Subindex 1. Das Mess-System berechnet ebenfalls die CRC auf der Grundlage der eingestellten Parameterdaten und vergleicht dann die heruntergeladene CRC-Signatur mit der berechneten CRC-Signatur. Wenn beide übereinstimmen, sind die Parameterdaten gültig.

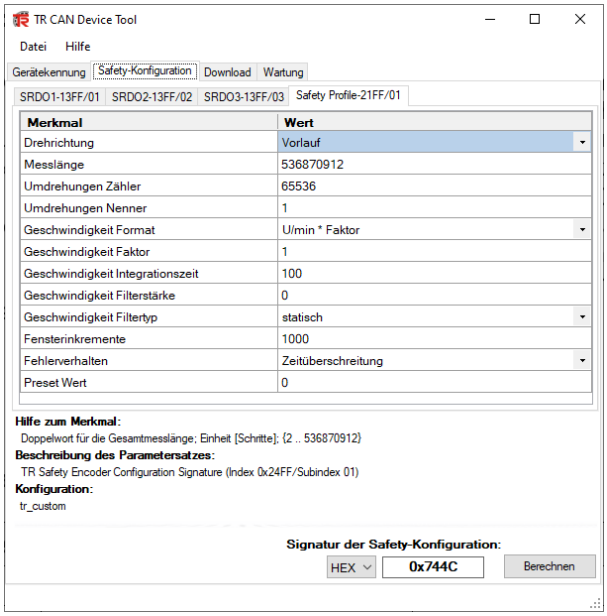


Abbildung 17: CRC-Berechnung Parameterdatensatz

Abbildung 17 zeigt alle relevanten Parameter, welche mit in die CRC-Berechnung eingehen und das daraus resultierende Ergebnis: `0x744C`

Das Signatur-Beispiel bezieht sich auf die vorherrschende sicherheitsgerichtete Parameter Standardeinstellung für das TR-Profil und wird vom `TR CAN Device Tool` beim Download im Objekt 24FFh unter Subindex 1 eingetragen.

TR safety configuration signature

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Typ	Attr.
24FFh	0	größter unterstützter Subindex	1	Unsigned16	ro
	1	TR safety signature	744Ch	Unsigned16	rw

Attribut	Bedeutung
Zugriff Subindex 1	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.2.11 Preset-Justage-Funktion

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch unkontrolliertes Anlaufen des Antriebssystems, bei Ausführung der Preset-Justage-Funktion!

- Die zugehörigen Antriebssysteme sind gegen automatisches Anlaufen zu verriegeln
- Es wird empfohlen, die Preset-Auslösung über die Sicherheitssteuerung durch weitere Schutzmaßnahmen wie z.B. Schlüsselschalter, Passwortabfrage etc. zu sichern
- Der unten angegebene Ablauf ist zwingend einzuhalten, insbesondere sind die Status-Bits durch die Sicherheitssteuerung auszuwerten, um die erfolgreiche bzw. fehlerhafte Ausführung zu überprüfen
- Nach Ausführung der Preset-Funktion ist die neue Position zu überprüfen

Die Preset-Justage-Funktion wird verwendet, um den aktuell ausgegebenen Positionswert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des skalierten Messbereichs zu setzen. Damit kann rein elektronisch die angezeigte Position auf eine Maschinen-Referenzposition gesetzt werden.

Das Mess-System muss sich im TR-Mode befinden und es müssen mindestens folgende Objekte in das Mapping mit einbezogen worden sein:
Position 2422h+2423h, Statuswort 2420h+2421h, Presetwert 2432h+2433h und Steuerwort 2430h+2431h. Für das Senden der Position und Statuswort wird mindestens ein Sende-SRDO und für das Schreiben des Presetwertes und Bedienung des Steuerwortes wird mindestens ein Empfangs-SRDO benötigt. Das Mess-System muss sich im NMT Zustand = `OPERATIONAL` befinden und eine gültige System-Konfiguration gemäß Kap. 4.2 auf Seite 34 aufweisen. Bei dem nachstehenden Ablauf werden immer nur die Objekte der „normalen“ Daten aufgeführt. Es muss sichergestellt werden, dass die bitweise invertierten Daten entsprechend synonym zu den normalen Daten gemanagt werden.

10.2.11.1 Vorgehensweise

- Objekt 2432h `Presetwert` in den Ausgangsdaten der Sicherheitssteuerung mit dem gewünschten Preset-Wert beschreiben.
- Steuerbits `Preset Preparation` und `Preset Request` in Objekt 2430h auf 0 setzen.
- Steuerbit `Preset Preparation` in Objekt 2430h auf 1 setzen. Als Reaktion wird das Statusbit in Objekt 2420h `Safe State` auf 0 gesetzt, die Sicherheitssteuerung muss darauf hin die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Der ausgegebene Positionswert in Objekt 2422h ist nicht mehr sicher!
- Mit einer steigenden Flanke des Steuerbits `Preset Request` in Objekt 2430h wird der Preset-Wert angenommen. Der Empfang des Preset-Wertes wird mit Setzen (=1) des Statusbits `Preset Active` in Objekt 2420h quittiert. Ist die Preset-Ausführung beendet, wird das Statusbit `Preset Active` auf 0 zurückgesetzt.
- Nach Empfang des Preset-Wertes überprüft das Mess-System, ob alle Voraussetzung zur Ausführung der Preset-Justage-Funktion erfüllt sind. Ist dies der Fall, wird der Vorgabewert als neuer Positionswert geschrieben. Im Fehlerfall wird die Ausführung verweigert und mit Setzen des Statusbits `Preset Error` in Objekt 2420h eine Fehlermeldung ausgegeben.
- Nach erfolgreicher Ausführung der Preset-Justage-Funktion setzt das Mess-System das Statusbit `Preset OK` in Objekt 2420h auf 1 und kennzeichnet damit für die Sicherheitssteuerung, dass die Preset-Ausführung abgeschlossen ist.
- Steuerbit `Preset Request` in Objekt 2430h auf 0 zurücksetzen.
- Steuerbit `Preset Preparation` in Objekt 2430h auf 0 zurücksetzen. Als Reaktion wird das Statusbit `Safe State` in Objekt 2420h wieder auf 1 gesetzt.
- Zum Schluss muss von der Sicherheitssteuerung überprüft werden, ob die neue Position in Objekt 2422h der neuen Soll-Position entspricht.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

10.2.11.2 Timing - Diagramm

blauer Bereich: Ausgangssignale Sicherheitssteuerung -> Mess-System
oranger Bereich: Eingangssignale Mess-System -> Sicherheitssteuerung

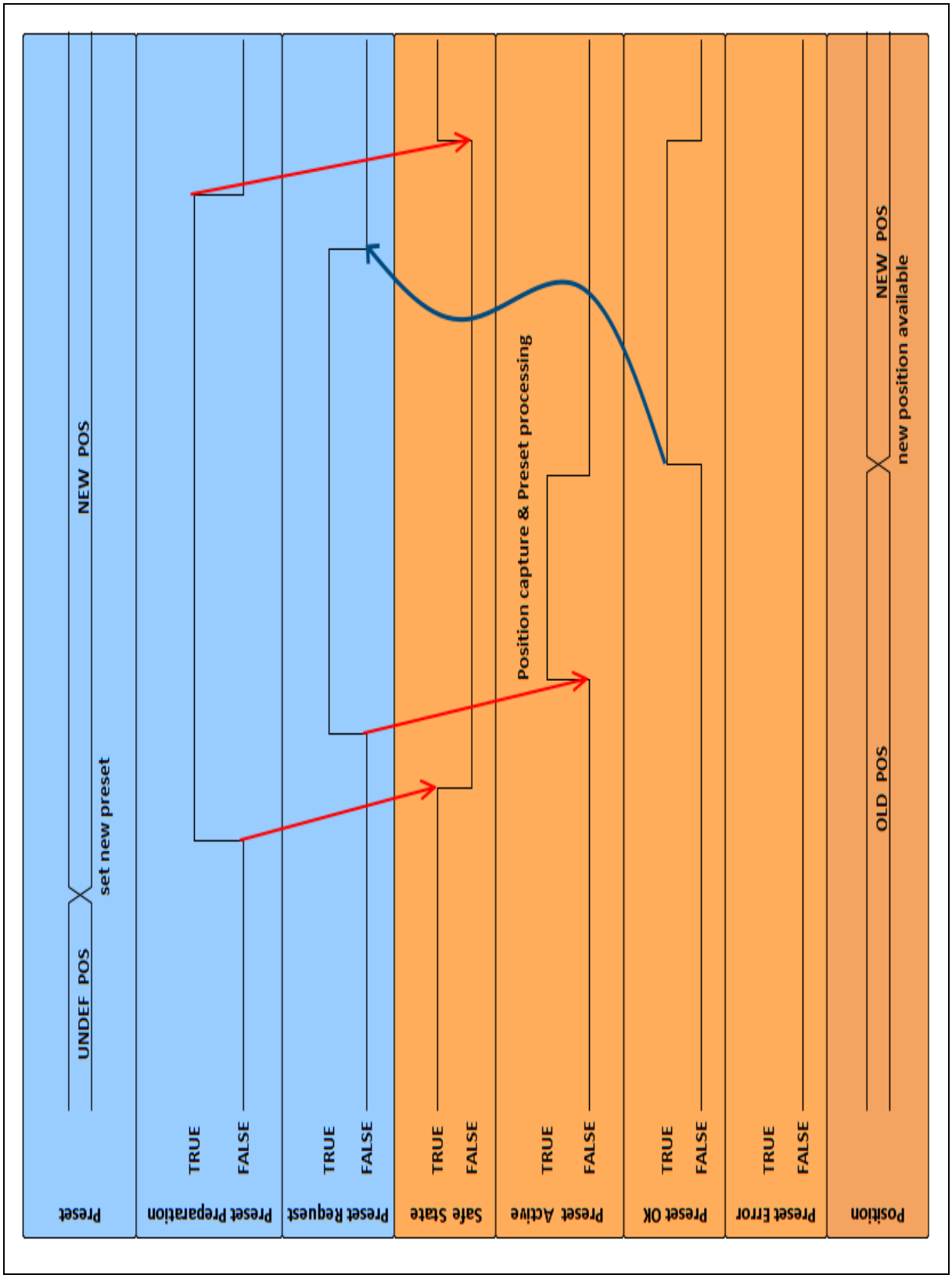


Abbildung 18: Preset Timing Diagramm

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.3 OPTION: Zweitschnittstelle

10.3.1 Objekt 2500h: TR SSI parameter

Optional kann das Mess-System, zusätzlich zur CANopen – Schnittstelle, mit einer synchron-seriellen absoluten SSI-Schnittstelle ausgestattet sein.

SSI-Datenübertragungsformat:

MSB LSB

Position	Status	Lebenszeichen	Checksumme
max. 8…29 Bits	max. 0…2 Bits	max. 0…5 Bits	max. 0…8 Bits

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
2500h	0	größter unterstützter Subindex	7	Unsigned8	ro
	1	Source	0: Kanal 1	Unsigned8	rw
	2	Coding	0: Binär-Code	Unsigned8	rw
	3	Data bits	29: 29 Datenbits	Unsigned8	rw
	4	Mono time	1: 20 µs	Unsigned8	rw
	5	Status bits	0: keine Statusbits	Unsigned8	rw
	6	Sign of Life bits	0: kein Lebenszeichen-Bits	Unsigned8	rw
	7	Checksum	0: keine Check-Summe	Unsigned8	rw

10.3.1.1 Subindex 1: Source

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	Kanal 1: SSI-Ausgabe: Istposition vom Mastersystem	X
1	Kanal 2: SSI-Ausgabe: Istposition vom Prüfsystem	

10.3.1.2 Subindex 2: Coding

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	SSI-Ausgabe erfolgt binär-kodiert	X
1	SSI-Ausgabe erfolgt gray-kodiert	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

10.3.1.3 Subindex 3: Data bits

Über den Subindex `Data bits` wird die Anzahl der reservierten Bits für die Mess-System-Position festgelegt, gleichermaßen wird damit auch die Anzahl der benötigten SSI-Takte bis zum LSB-Bit der Daten vorgegeben. Sonderbits wie Status-Bits, Lebenszeichen-Bits oder Checksummen-Bits sind darin nicht enthalten und werden in dieser Reihenfolge nach den Datenbits ausgegeben.

UNSIGNED8

Untergrenze	8
Obergrenze	29
Default	**29**

10.3.1.4 Subindex 4: Mono time

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	SSI-Monoflopzeit = 15 µs	
1	SSI-Monoflopzeit = 20 µs	X
2	SSI-Monoflopzeit = 35 µs	
3	SSI-Monoflopzeit = 50 µs	
4	SSI-Monoflopzeit = 500 µs	

10.3.1.5 Subindex 5: Status bits

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	keine Ausgabe von Status-Bits	X
1	Ein Bit Statusausgabe 0: kein Fehler 1: Fehler im Mastersystem bzw. Prüfsystem; abhängig von der Quelle	
2	Zwei Bit Statusausgabe MSB-Bit = 0: kein Fehler MSB-Bit = 1: Fehler im Mastersystem LSB-Bit = 0: kein Fehler LSB-Bit = 1: Fehler im Prüfsystem	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.3.1.6 Subindex 6: Sign of Life bits

Der Subindex *Sign of Life bits* legt die Anzahl der reservierten Bits für die Lebenszeichenausgabe fest.

Der Lebenszeichenzähler wird in Abhängigkeit der Abtastvorgänge inkrementiert und in das SSI-Telegramm eingefügt. Die Kontrolle dieser Inkrementierung durch die Steuerung stellt sicher, dass der neu übergebene Positionswert von einem aktuellen Abtastvorgang stammt.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	keine Ausgabe von Lebenszeichen-Bits	X
1	1 Bit Lebenszeichen (Toggle-Bit)	
2	2 Bit Lebenszeichen	
3	3 Bit Lebenszeichen	
4	4 Bit Lebenszeichen	
5	5 Bit Lebenszeichen	

10.3.1.7 Subindex 7: Checksum

Über Subindex Checksum wird die Art der Checksumme im SSI-Datenübertragungsformat eingestellt.

Die Checksumme wird generell über alle Nutzdaten (Position, Status und Lebenszeichen) im SSI-Telegramm errechnet und immer an letzter Stelle (LSB) in das SSI-Telegramm eingefügt.

Eine fehlerhafte Checksumme ist kein Hinweis auf einen Mess-Systemfehler, sondern auf ein Kommunikationsproblem. Ursache dafür kann z.B. eine EMV-Störung sein. Kommunikationsprobleme an SSI-Schnittstellen entstehen jedoch auch durch zu lange Kabellängen bzw. zu große SSI-Abtastfrequenzen.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	keine Cecksummen-Ausgabe	X
1	Parity gerade: Die Parität stellt die Quersumme der Bits im SSI-Datenwort dar. Enthält das SSI-Datenwort eine ungerade Anzahl von Einsen, ist das Bit = „1“ und ergänzt die Quersumme auf gerade Parität.	
2	Parity ungerade: Die Parität stellt die Quersumme der Bits im SSI-Datenwort dar. Enthält das SSI-Datenwort eine gerade Anzahl von Einsen, ist das Bit = „1“ und ergänzt die Quersumme auf ungerade Parität.	
3	8-Bit CRC-Prüfsumme: Polynom: $X^8 + X^5 + X^4 + 1$ (Maxim/Dallas) Startwert 0xFF Min. Hamming-Distanz: 4	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.3.2 Objekt 2520h: TR Incremental parameter

Optional kann das Mess-System, zusätzlich zur CANopen – Schnittstelle, mit einer Inkremental-Schnittstelle ausgestattet sein.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
2520h	0	größter unterstützter Subindex	1	Unsigned8	ro
	1	Pulses per revolution	0: 1024 Impulse	Unsigned8	rw

10.3.2.1 Subindex 1: Pulses per revolution

Über Subindex `Pulses per revolution` wird die Anzahl der Impulse pro Umdrehung festgelegt.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	Die Anzahl der Impulse wird auf 1024 gesetzt	X
1	Die Anzahl der Impulse wird auf 2048 gesetzt	
2	Die Anzahl der Impulse wird auf 3072 gesetzt	
3	Die Anzahl der Impulse wird auf 4096 gesetzt	
4	Die Anzahl der Impulse wird auf 5120 gesetzt	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.4 Objekt 3000h: Node-ID

Das Objekt bietet neben den Einstellungsmöglichkeiten über Hardware-Schalter und LSS-Diensten, eine weitere Möglichkeit die Node-ID des Mess-Systems einzustellen. Das Mess-System unterstützt den Node-ID Bereich von 1–127.



Wird die Node-ID über dieses Objekt eingestellt und die HEX-Adressierungsschalter weisen gleichzeitig den Wert 0x00 auf, werden die COB-IDs unmittelbar auf ihre Standardwerte zurückgesetzt und die System-Konfiguration über Objekt 13FEh auf 00h = ungültig gesetzt:

- ***Prozessdaten-Objekte (PDOs),***
  siehe Subindex 1 Kap. 7.1.1 auf Seite 49
- ***Sicherheitsgerichtete Prozessdaten-Objekte (SRDOs),***
  siehe Subindex 5 und 6 Kap. 7.2.1 ab Seite 54
- ***EMCY-Nachrichten,***
  siehe Kap. 9.12 auf Seite 67
- ***Gültigkeit der System-Konfiguration,***
  siehe `Objekt 13FEh: Configuration valid` Kap. 9.23 auf Seite 72

UNSIGNED8

Untergrenze	1
Obergrenze	127
Default	**1**

10.5 Objekt 3001h: Baudrate

Das Objekt bietet neben den Einstellungsmöglichkeiten über Hardware-Schalter und LSS-Diensten, eine weitere Möglichkeit die Baudrate des Mess-Systems einzustellen.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	1 Mbit/s	
1	800 kbit/s	
2	500 kbit/s	
3	250 kbit/s	X
4	125 kbit/s	
5	100 kbit/s	
6	50 kbit/s	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.6 Objekt 3010h: Active mode

Über das Objekt wird der aktuelle Status der Mode-Einstellung ausgegeben.

UNSIGNED8, nur lesen

Wert	Beschreibung	Default
0	AUS, kein Mapping aktiv. Über die Kommunikationsobjekte 1301h-1303h (sicherheitsgerichtet) bzw. 1800h-1803h (nicht sicherheitsgerichtet) wurde über die entsprechenden „VALID-Bits“ in Subindex 1 bisher kein Mapping aktiv geschaltet. In diesem Zustand ist es nicht möglich, die vorherrschende System-Konfiguration über `Objekt 13FEh: Configuration valid` freizuschalten. Befindet sich das Mess-System im NMT-Zustand `PRE-OPERATIONAL`, dann befindet sich die ERR-LED im `BLINKING-MODE` und zeigt damit einen allgemeinen Konfigurationsfehler an. Wird versucht in den NMT-Zustand `OPERATIONAL` überzuwechseln, dann wird eine Emergency-Meldung abgesetzt und die ERR-LED zeigt über den `INVERSE SINGLE FLASH – MODE` den sicheren Zustand des Mess-Systems an.	
1	TR-Mode aktiv Alles OK, über die Mapping-Einstellungen sind ausschließlich die herstellerspezifischen Objekte 2xxx aktiv geschaltet.	
2	CiA DS406 Encoder Profil aktiv Alles OK, über die Mapping-Einstellungen sind ausschließlich die profilspezifischen Objekte 6xxx aktiv geschaltet.	X
3	ERROR Es konnte kein Mapping aktiv geschaltet werden: - Über die Mapping-Einstellungen wurde versucht, herstellerspezifische und profilspezifische Objekte aktiv zu schalten. Erlaubt ist, dass entweder nur herstellerspezifische bzw. nur profilspezifische Objekte über die Mapping-Einstellungen aktiv geschaltet werden. - Das NICHT-sicherheitsgerichtete Mapping wurde im NMT-Zustand `OPERATIONAL` derart verändert, dass die Mode-Einstellungen nicht mehr stimmen, es wird eine entsprechende Emergency-Meldung abgesetzt. In diesem Zustand ist es nicht möglich, die vorherrschende System-Konfiguration über `Objekt 13FEh: Configuration valid` wieder freizuschalten. Befindet sich das Mess-System im NMT-Zustand `PRE-OPERATIONAL`, dann befindet sich die ERR-LED im `BLINKING-MODE` und zeigt damit einen allgemeinen Konfigurationsfehler an. Wird versucht in den NMT-Zustand `OPERATIONAL` überzuwechseln, dann wird eine Emergency-Meldung abgesetzt und die ERR-LED zeigt über den `INVERSE SINGLE FLASH – MODE` den sicheren Zustand des Mess-Systems an.	

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.7 Objekt 3011h: GFC setting

Über das Objekt wird eingestellt, ob das Mess-System als GFC-Provider oder/und als GFC-Consumer arbeitet, bzw. ob die GFC-Funktion ganz abgeschaltet wird. In der Standardeinstellung arbeitet das Mess-System als GFC-Provider.

UNSIGNED8

Bit	Funktion	Beschreibung
0	GFC-Provider	0: GFC-Provider Funktion abgeschaltet Im Fehlerfall, gemäß „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141, wird das GFC-Bit in `Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)` nicht gesetzt. 1: GFC-Provider aktiv Im Fehlerfall, gemäß „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141, wird das GFC-Bit in `Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)` gesetzt.
1	GFC-Consumer	0: GFC-Consumer Funktion abgeschaltet Beim Empfang eines CAN-Telegramms mit COB-ID 0x001, wird das GFC-Bit in `Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)` nicht gesetzt. Das Mess-System wird nicht in den sicheren Zustand gemäß „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141 versetzt. 1: GFC-Consumer aktiv Beim Empfang eines CAN-Telegramms mit COB-ID 0x001, wird das GFC-Bit in `Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)` gesetzt. Das Mess-System wird in den sicheren Zustand gemäß „Definition – Sicherer Zustand“ auf Seite 141 versetzt.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8 CiA DS406 - Mode, nicht sicherheitsgerichtet

10.8.1 Objekt 6000h: Operating parameters

Das Objekt mit Index 6000h enthält alle relevanten Mess-System Betriebsparameter.

Index	**0x6000**
Beschreibung	Betriebsparameter
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Default	**0**

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Zählrichtung	Position steigend	Position fallend
1	Diagnosesteuerung	ausschalten	einschalten
2	Skalierungsfunktion	ausschalten	einschalten
3 – 15	reserviert		

Bit 0, Zählrichtung:
Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Welle).

Bit 1, Diagnosesteuerung:
Ist die Diagnosesteuerung eingeschaltet, werden erkannte Fehler über das Alarm-Bit im Objekt 6503h angezeigt. Mit der Inbetriebnahmediagnose ist es möglich, die für die Positionserfassung bei Stillstand zuständigen Abtastungskomponenten zu überprüfen.

Bit 2, Skalierungsfunktion:
Ist die Skalierungsfunktion eingeschaltet, wird die ausgegebene Position in Objekt 6004h nach Maßgabe der Skalierungsparameter der Objekte 6001h und 6002h entsprechend skaliert. Außerdem wird der ausgegebene Positionswert mit der eingestellten Zählrichtung und dem Presetwert aus Objekt 6003h verrechnet.

Ist die Skalierungsfunktion ausgeschaltet, wird das Mess-system auf die Standardwerte gesetzt:

- Schritte pro Umdrehung = 8192
- Anzahl Umdrehungen = 65536
- Messlänge in Schritten = 536870912

Diese Werte sind nicht veränderbar, jedoch werden bei der Positionsausgabe die eingestellte Zählrichtung und Presetwert berücksichtigt.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8.2 Skalierungsparameter

Sind die Skalierungsparameter über `Objekt 6000h: Operating parameters` freigeschaltet, kann die physikalische Auflösung des Mess-Systems verändert werden. Der ausgegebene Positionswert wird binär dekodiert und mit einer Nullpunktskorrektur und der eingestellten Zählrichtung verrechnet.
Das Mess-System unterstützt bei dieser Konfiguration keine Dezimalzahlen. Deshalb muss die `Gesamtschrittzahl` in Objekt 6002h ein ganzzahliges Vielfaches der `Schritte pro Umdrehung` in Objekt 6001h sein.
Der durch die Eingaben in den Objekten 6001h und 6002h indirekt programmierte Parameter `Anzahl Umdrehungen` muss sich im Bereich von 1 bis 256000 Umdrehungen befinden.

Resultiert bei der Eingabe `Schritte pro Umdrehung` kein ganzzahliges Vielfaches oder wird der Umdrehungsbereich von 1…256000 nicht eingehalten, wird die `Gesamtschrittzahl` auf den nächst kleineren Wert angepasst, die eingegebene `Schrittzahl pro Umdrehung` wird übernommen.
Resultiert bei der Eingabe der `Gesamtschrittzahl` kein ganzzahliges Vielfaches oder wird der Umdrehungsbereich von 1…256000 nicht eingehalten, wird die Programmierung nicht angenommen und es wird eine Fehlermeldung ausgegeben.
Zur Überprüfung ist es deshalb zweckmäßig, den Parameter `Gesamtschrittzahl` in Objekt 6002h zurückzulesen und zu kontrollieren.

10.8.2.1 Objekt 6001h: Measuring units per revolution

Das Objekt `Measuring units per revolution` legt die Anzahl der Schritte pro Umdrehung fest.

Index	**0x6001**
Beschreibung	Mess-Schritte pro Umdrehung
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	2 Schritte / Umdrehung
Obergrenze	8192
Default	**8192**

Mess-Schritte pro Umdrehung			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.8.2.2 Objekt 6002h: Total measuring range in measuring units

Dieses Objekt legt die ***Gesamtschrittzahl*** des Mess-Systems fest, bevor das Mess-System wieder bei 0 beginnt.

Index	**0x6002**
Beschreibung	Gesamt Messlänge in Schritten
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	4 Schritte
Obergrenze	536870912
Default	**536870912**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

Gesamtmesslänge in Schritten			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

Die Gesamtmesslänge in Schritten kann nach untenstehender Formel berechnet werden. Da der Wert "0" bereits als Schritt gezählt wird, ist der Endwert = Messlänge in Schritten – 1.

*Gesamtmesslänge in Schritten = Mess-Schritte pro Umdrehung * Anzahl der Umdrehungen*

Zur Berechnung können die Parameter ***Mess-Schritte/Umdrehung*** und ***Anzahl der Umdrehungen*** vom Typenschild des Mess-Systems abgelesen werden.

10.8.3 Objekt 6003h: Preset value

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Funktion!

- Die Preset-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Preset-Funktion wird verwendet, um den Mess-System-Wert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Der ausgegebene Positionswert wird auf den Parameter `Preset value` gesetzt, wenn auf dieses Objekt geschrieben wird.

Bei Eingaben eines ungültigen Presetwertes, antwortet das Mess-System mit dem Abort-Code: 0600 0030h.

Index	**0x6003**
Beschreibung	Presetwert
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein

Presetwert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8.4 Objekt 6004h: Position value

Über Objekt 6004h wird der aktuelle nicht sicherheitsgerichtete skalierte Positionswert ausgegeben und ist für das PDO-Mapping vorgesehen.

Index	**0x6004**
Beschreibung	Positionswert (skaliert)
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Positionswert (skaliert)			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.8.5 Objekt 600Ch: Position raw value

Über Objekt 600Ch wird der aktuelle nicht sicherheitsgerichtete und nicht skalierte Positionswert ausgegeben. Das Objekt ist für das PDO-Mapping vorgesehen.

Der ausgegebene Positionswert ergibt sich unter folgenden Gegebenheiten

- Skalierungsfunktion und Preset-Funktion haben keinen Einfluss auf die Positionsausgabe
- Die gegenwärtige Zählrichtungseinstellung wird berücksichtigt
- Schritte pro Umdrehung = 8192
- Anzahl Umdrehungen = 65536
- Messlänge in Schritten = 536870912

Index	**0x600C**
Beschreibung	Positionswert (nicht skaliert)
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Positionswert (nicht skaliert)			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8.6 Objekt 6030h: Speed value

Das Objekt 6030h zeigt im Subindex 1 `Speed value channel 1` die Geschwindigkeit des Mess-Systems bei der in `Objekt 6031h: Speed parameter` festgelegten Auflösung an (Standard: Schritte / (s*Faktor).

Die Geschwindigkeit wird vorzeichenbehaftet, als Zweierkomplement ausgegeben:

- Zählrichtungseinstellung = steigend
  - Ausgabe positiv, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)
- Zählrichtungseinstellung = fallend
  - Ausgabe negativ, bei Drehung im Uhrzeigersinn (Blickrichtung auf Anflanschung)

Index	**0x6030**
Beschreibung	Geschwindigkeit
Datentyp	INTEGER16
Objektcode	ARRAY
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Geschwindigkeitswert	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

Wird der Wertebereich der Geschwindigkeit (-32768…+32767) über- oder unterschritten, werden die Grenzwerte (0x7FFF oder 0x8000) ausgegeben.

10.8.7 Objekt 6031h: Speed parameter

Das Objekt enthält alle nötigen Parameter, die für die Geschwindigkeitsberechnung benötigt werden:

Subindex 1 enthält den dafür zugrunde gelegten Positionswert bzw. Skalierung. In der Standardeinstellung wird hierfür `Objekt 6004h: Position value` benutzt.

Subindex 2 enthält die Geschwindigkeitsintegrationszeit und wird als Vielfaches von 1 ms angegeben. Die Standardeinstellung beträgt 100 ms.

Subindex 3 gibt den Multiplikatorwert und Subindex 4 den Teilerwert an.
Mit dem Produkt aus Multiplikator und Teiler kann somit ein entsprechender Skalierungsfaktor generiert werden. In der Standardeinstellung sind beide Parameter auf 1 gesetzt.

Die Geschwindigkeit [Schritte/Integrationszeit] wird intern in der Standardeinstellung wie folgt berechnet:

$$V_{6030h}\ [\text{Schritte/s}] = \frac{X_{6004h}\ \text{neu} - X_{6004h}\ \text{alt}\ \ [\text{Schritte}]}{T_{6031\ 02h} * 10^{-3}\ \ [\text{ms}]} * \frac{C1_{6031\ 03h}}{C2_{6031\ 04h}}$$

V_{6030h}: Berechneter Geschwindigkeitswert [Schritte/s] in `Objekt 6030h: Speed value`
$X_{6004h\ neu}$: Positionswert [Schritte] neu aus `Objekt 6004h: Position value`
$X_{6004h\ alt}$: Positionswert [Schritte] alt aus `Objekt 6004h: Position value`
$T_{6031\ 02h}$: Integrationszeit [ms] aus `Objekt 6031h: Speed parameter, Subindex 2`
$C1_{6031\ 03h}$: Multiplikatorwert aus `Objekt 6031h: Speed parameter, Subindex 3`
$C2_{6031\ 04h}$: Teilerwert aus `Objekt 6031h: Speed parameter, Subindex 4`

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Index	Subindex	Kommentar	Default	PDO-Mapping	Typ	Attr.	Seite
6031h	0	Max. Subindex	4	nein	Unsigned8	ro	-
	1	Speed source selector	1	nein	Unsigned8	rw	118
	2	Speed integration time	100 ms	nein	Unsigned16	rw	118
	3	Multiplier value	1	nein	Unsigned16	rw	118
	4	Divider value	1	nein	Unsigned16	rw	119

10.8.7.1 Subindex 1: Speed source selector

Über Subindex 1 `Speed source selector` wird die für die Geschwindigkeitsberechnung zugrunde gelegte Position ausgewählt.
`Objekt 6004h: Position value` enthält dabei die skalierte Position und `Objekt 600Ch: Position raw value` die nicht skalierte Position.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
1	Position aus `Objekt 6004h: Position value` wird benutzt	X
2	Position aus `Objekt 600Ch: Position raw value` wird benutzt	

10.8.7.2 Subindex 2: Speed integration time

Über Subindex 2 `Speed integration time` wird die für die Geschwindigkeitsberechnung zugrunde gelegte Integrationszeit vorgewählt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1 ms
Obergrenze	1000 ms
Default	**100 ms**

10.8.7.3 Subindex 3: Multiplier value

Über Subindex 3 `Multiplier value` wird der für die Geschwindigkeits-Skalierung benötigte Multiplikatorwert festgelegt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	1000
Default	**1**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8.7.4 Subindex 4: Divider value

Über Subindex 4 `Divider value` wird der für die Geschwindigkeits-Skalierung benötigte Teilerwert festgelegt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	10000
Default	**1**

10.8.8 Objekt 6200h: Cyclic timer

Dieses Objekt legt für den Kommunikationsparameter `TPDO1 Objekt 1800h` den Übertragungszyklus in [ms] fest. Eine asynchrone Übertragung des Positionswertes wird eingestellt, wenn der Cyclic-Timer auf > 0 programmiert wird. Es können Werte zwischen 1 ms und 65535 ms eingestellt werden. Standardwert = 0.

z.B.: 1 ms = 1 h
256 ms = 100 h

Wenn das Mess-System mit dem Kommando `NODE-START` gestartet wird und der Wert des Cyclic-Timers > 0 ist, überträgt in den Standarteinstellungen das erste Sende-Prozessdaten-Objekt 1800h die Mess-System-Position.

Index	**0x6200**
Beschreibung	Cyclic timer
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein



Der Event-Timer, Subindex 5 des Kommunikationsparameters 1800h, ist fest verknüpft mit dem Cyclic-Timer. Dies bedeutet, dass eine Änderung des Event-Timers sich auch im Cyclic Timer auswirkt und umgekehrt.
Die Kommunikationsparameter 1801h…1803h benutzen ausschließlich ihren eigenen Timer, Zugriff über Subindex 5.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.8.9 Objekt 6400h: Area state register

Mit den Objekten `Objekt 6401h: Work area low limit` und `Objekt 6402h: Work area high limit` zusammen, kann innerhalb des Messbereichs ein Arbeitsbereich definiert werden.
Das `Objekt 6400h: Area state register` beinhaltet in Subindex 1 `Work area state channel 1` den aktuellen Bereichsstatus der Mess-System-Position. Durch diese Funktion können z.B. externe Lageschalter eingespart werden.

Index	**0x6400**
Beschreibung	Bereichs-Statusregister
Datentyp	UNSIGNED8
Objektcode	ARRAY
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Bit	**Funktion**
0	0 = Position zwischen min/max Wert aus `Objekt 650Ah` 1 = min/max Position aus `Objekt 650Ah` wurde erreicht oder überschritten
1	1 = überhalb des Arbeitsbereichs
2	1 = unterhalb des Arbeitsbereichs
3 – 7	reserviert

10.8.10 Objekt 6401h: Work area low limit

Das `Objekt 6401h: Work area low limit` definiert die Untergrenze des Arbeitsbereichs. Der Wert muss innerhalb des Messbereichs und kleiner/gleich dem Grenzwert aus `Objekt 6402h: Work area high limit` liegen.

Index	**0x6401**
Beschreibung	Arbeitsbereich unterer Grenzwert
Datentyp	INTEGER32
Objektcode	ARRAY
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0
Obergrenze	536 870 911 = (0x1FFF FFFF)
Default	**0**

10.8.11 Objekt 6402h: Work area high limit

Das `Objekt 6402h: Work area high limit` definiert die Obergrenze des Arbeitsbereichs. Der Wert muss innerhalb des Messbereichs und größer/gleich dem Grenzwert aus `Objekt 6401h: Work area low limit` liegen.

Index	**0x6402**
Beschreibung	Arbeitsbereich oberer Grenzwert
Datentyp	INTEGER32
Objektcode	ARRAY
Zugriff	rw
PDO Mapping	nein
Untergrenze	0
Obergrenze	536 870 911 = (0x1FFF FFFF)
Default	**536 870 911**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.9 CiA DS406 - Mode, sicherheitsgerichtet

10.9.1 Objekt 6100h: Safety position configuration parameters

Das Objekt enthält die für die sicherheitsgerichtete Position in `Objekt 6120h: Safety normal resolution position value` erforderlichen Konfigurationsparameter `Zählrichtungsum-schaltung` und `Presetwert`.



Um die sicherheitsgerichteten Konfigurationsparameter zu verifizieren, wird auf jeden Parameter eine Sicherheitssignatur angewendet,
siehe `Objekt 61FFh: Safety application configuration signature` auf Seite 127.

Index	Subindex	Kommentar	Default	PDO-Mapping	Typ	Attr.	Seite
6100h	0	Max. Subindex	2	nein	Unsigned8	ro	-
	1	CANopen Safety code sequence	0 [steigend]	nein	Unsigned16	rw	121
	2	Safety preset value for encoder with normal resolution	0	nein	Unsigned32	rw	122

10.9.1.1 Subindex 1: CANopen Safety code sequence

WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch einen Sprung des Absolutwertes bei Änderung der Drehrichtung-Funktion!

- Durch den internen Berechnungs-Algorithmus ergeben sich unterschiedliche Absolutpositionen für die Zählrichtungseinstellungen `fallend` bzw. `steigend`. Nach einer Änderung der Drehrichtung muss die richtige Funktion deshalb erst durch einen abgesicherten Testlauf sichergestellt werden. Unter Umständen muss die ausgegebene Position über die Preset-Funktion angepasst werden.

UNSIGNED16

Untergrenze	0
Obergrenze	1
Default	**0**

Wert	Beschreibung
0	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn steigend (Blick auf Welle, Anflanschung)
1	Mess-System – Position im Uhrzeigersinn fallend (Blick auf Welle, Anflanschung)

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.9.1.2 Subindex 2: Safety preset value for encoder with normal resolution

⚠WARNUNG

ACHTUNG

Gefahr von Körperverletzung und Sachschaden durch einen Istwertsprung bei Ausführung der Preset-Funktion!

- Die Preset-Funktion sollte nur im Mess-System-Stillstand ausgeführt werden, bzw. muss der resultierende Istwertsprung programmtechnisch und anwendungstechnisch erlaubt sein!

Die Preset-Funktion wird verwendet, um den sicherheitsgerichteten Mess-System-Wert im `PRE-OPERATIONAL` Zustand auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Bereiches von 0 bis Messlänge in Schritten — 1 zu setzen. Damit der sicherheitsgerichtete Positionswert in `Objekt 6120h: Safety normal resolution position value` auf den Parameter `Safety preset value` gesetzt wird, muss folgender Ablauf eingehalten werden:

1. NMT-Zustand = `PRE-OPERATIONAL`
2. Das Mess-System muss sich im CiA DS406 – Mode befinden.
3. Gewünschte Parametrierung der sicherheitsgerichteten Parameter in `Subindex 1: CANopen Safety code sequence` bzw. in `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters` vornehmen.
4. Gewünschten Presetwert durch einen SDO-Schreibservice auf diesen Subindex übertragen. Auch wenn der gewünschte Presetwert bereits enthalten sein sollte, wird zur Einleitung der Funktion zwingend ein SDO-Schreibservice benötigt.
5. Über die in den Objekten 6100h und 6101h enthaltenen Parameter die CRC berechnen und diese in das `Objekt 61FFh: Safety application configuration signature` übertragen.
6. Zurücklesen aller sicherheitsrelevanten Parameter sowie der CRC-Signaturen und Vergleichen mit den geschriebenen Parametern.
7. In `Objekt 61FEh: Safety application configuration valid` die Parameter-Konfiguration mit dem Wert A5h auf gültig setzen.

Wenn alle Parameter stimmen und die durchgeführten Selbsttests keine Fehler aufweisen, wird die Preset-Funktion ausgeführt und der vorgegebene Presetwert als neuer Positionswert gesetzt.
Liegt ein sicherheitsgerichteter Fehler vor, wird die Preset-Funktion nicht aufgeführt und die Parameter-Konfiguration in `Objekt 61FEh: Safety application configuration valid` mit dem Wert = 00h als ungültig gekennzeichnet.
Bei Eingaben eines ungültigen Presetwerts (außerhalb Messbereich) antwortet das Mess-System mit einem entsprechenden Abort-Code, die Parameter-Konfiguration in Objekt 61FEh bleibt jedoch weiterhin gültig (A5h).

UNSIGNED32

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Presetwert, sicherheitsgerichtet			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.9.2 Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters

Das Objekt enthält die für die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeit in `Objekt 6124h: Safety speed value` erforderlichen Konfigurationsparameter.

Die Parameter in Subindex 1 `CANopen Safety code sequence` und Subindex 2 `Safety preset value for encoder with normal resolution` sind identisch zu den Parametern aus `Objekt 6100h: Safety position configuration parameters`. Hintergrund dafür ist, dass beide Objekte unabhängig voneinander betrieben werden können.
Empfehlung: Wenn beide Objekte gleichzeitig betrieben werden, sollten die Parameter für die `Zählrichtung` und `Presetwert` über Objekt 6100h gesteuert werden.



Um die sicherheitsgerichteten Konfigurationsparameter zu verifizieren, wird auf jeden Parameter eine Sicherheitssignatur angewendet,
siehe `Objekt 61FFh: Safety application configuration signature` auf Seite 127.

Die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsberechnung ergibt sich aus folgenden Parametern:

Subindex 4 enthält den dafür zugrunde gelegten Positionswert bzw. Skalierung. In der Standardeinstellung wird hierfür `Objekt 6004h: Position value` benutzt.

Subindex 5 enthält die Geschwindigkeitsintegrationszeit und wird als Vielfaches von 1 ms angegeben. Die Standardeinstellung beträgt 100 ms.

Subindex 6 gibt den Multiplikatorwert und Subindex 7 den Teilerwert an.
Mit dem Produkt aus Multiplikator und Teiler kann somit ein entsprechender Skalierungsfaktor generiert werden. In der Standardeinstellung sind beide Parameter auf 1 gesetzt.

Die Geschwindigkeit [Schritte/Integrationszeit] wird intern in der Standardeinstellung wie folgt berechnet:

$$V_{6124h}\,[\text{Schritte/s}] = \frac{X_{6004h}\ \text{neu} - X_{6004h}\ \text{alt}\ \ [\text{Schritte}]}{T_{6101\ 05h} * 10^{-3}\ \ [\text{ms}]} * \frac{C1_{6101\ 06h}}{C2_{6101\ 07h}}$$

V_{6124h}: Berechneter Geschwindigkeitswert [Schritte/s] in `Objekt 6124h: Safety speed value`
$X_{6004h\ neu}$: Positionswert [Schritte] neu aus `Objekt 6004h: Position value`
$X_{6004h\ alt}$: Positionswert [Schritte] alt aus `Objekt 6004h: Position value`
$T_{6101\ 05h}$: Integrationszeit [ms] aus `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters, Subindex 5`
$C1_{6101\ 06h}$: Multiplikatorwert aus `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters, Subindex 6`
$C2_{6101\ 07h}$: Teilerwert aus `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters, Subindex 7`

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Index	Subindex	Kommentar	Default	PDO-Mapping	Typ	Attr.	Seite
6101h	0	Max. Subindex	7	nein	Unsigned8	ro	-
	1	CANopen Safety code sequence	0 [steigend]	nein	Unsigned16	rw	121
	2	Safety preset value for encoder with normal resolution	0	nein	Unsigned32	rw	122
	3	unbenutzt	0	nein	Unsigned8	ro	-
	4	Safety speed source selector	1	nein	Unsigned8	rw	124
	5	Safety speed integration time	100 ms	nein	Unsigned16	rw	124
	6	Multiplier value	1	nein	Unsigned16	rw	125
	7	Divider value	1	nein	Unsigned16	rw	125

10.9.2.1 Subindex 1: CANopen Safety code sequence

Siehe Subindex 1 aus `Objekt 6100h: Safety position configuration parameters` auf Seite 121.

10.9.2.2 Subindex 2: Safety preset value for encoder with normal resolution

Siehe Subindex 2 aus `Objekt 6100h: Safety position configuration parameters` auf Seite 122.

10.9.2.3 Subindex 4: Safety speed source selector

Über Subindex 4 `Safety speed source selector` wird die für die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsberechnung zugrunde gelegte Position ausgewählt.
`Objekt 6004h: Position value` enthält dabei die skalierte Position und `Objekt 600Ch: Position raw value` die nicht skalierte Position.

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
1	Position aus `Objekt 6004h: Position value` wird benutzt	X
2	Position aus `Objekt 600Ch: Position raw value` wird benutzt	

10.9.2.4 Subindex 5: Safety speed integration time

Über Subindex 5 `Safety speed integration time` wird die für die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeitsberechnung zugrunde gelegte Integrationszeit vorgewählt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1 ms
Obergrenze	1000 ms
Default	**100 ms**

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.9.2.5 Subindex 6: Multiplier value

Über Subindex 6 `Multiplier value` wird der für die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeits-Skalierung benötigte Multiplikatorwert festgelegt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	1000
Default	**1**

10.9.2.6 Subindex 7: Divider value

Über Subindex 7 `Divider value` wird der für die sicherheitsgerichtete Geschwindigkeits-Skalierung benötigte Teilerwert festgelegt.

UNSIGNED16

Untergrenze	1
Obergrenze	10000
Default	**1**

10.9.3 Objekt 6120h: Safety normal resolution position value

Dieses Objekt enthält den in vier Bytes aufgeteilten 32-Bit Positionswert der CANopen Safety Normalauflösung. Der Positionswert wird über die sicherheitsbezogenen CANopen-Kommunikationsmechanismen übertragen.

Eine Skalierung des Positionswertes ist nicht möglich, es gelten die folgenden nicht änderbaren Auflösungsdaten:

- Schritte pro Umdrehung = 8192
- Anzahl Umdrehungen = 65536
- Messlänge in Schritten = 536870912

Bei der Positionsausgabe werden jedoch die eingestellte Zählrichtung und Presetwert berücksichtigt.

Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Objekt 6121h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 6120h.

Index	**0x6120**
Beschreibung	Positionswert, sicherheitsgerichtet
Datentyp	UNSIGNED8
Objektcode	ARRAY

Subindex	Kommentar	Default	SRDO-Mapping	PDO-Mapping	Typ	Attr.
0	Max. Subindex	4	nein	nein	Unsigned8	ro
1	Position, Byte 0	-	Tx	nein	Unsigned8	ro
2	Position, Byte 1	-	Tx	nein	Unsigned8	ro
3	Position, Byte 2	-	Tx	nein	Unsigned8	ro
4	Position, Byte 3	-	Tx	nein	Unsigned8	ro

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Untergrenze	0
Obergrenze	536870911
Default	**0**

Positionswert			
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^{23} bis 2^{16}	2^{31} bis 2^{24}

10.9.4 Objekt 6124h: Safety speed value

Dieses Objekt enthält den in zwei Bytes aufgeteilten vorzeichenbehafteten 16-Bit Geschwindigkeitswert. Der Geschwindigkeitswert wird über die sicherheitsbezogenen CANopen-Kommunikationsmechanismen übertragen. Die Ausgabe erfolgt nach Maßgabe der Skalierungsparameter aus `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters` auf Seite 123. Standardeinstellung: Schritte/s, Integrationszeit = 100 ms

Das Objekt ist für das SRDO-Mapping vorgesehen.

Objekt 6125h enthält die bitweise invertierten Daten des Objekts 6124h.

Index	**0x6124**
Beschreibung	Geschwindigkeitswert, sicherheitsgerichtet
Datentyp	UNSIGNED8
Objektcode	ARRAY

Subindex	**Kommentar**	**Default**	**SRDO-Mapping**	**PDO-Mapping**	**Typ**	**Attr.**
0	Max. Subindex	2	nein	nein	Unsigned8	ro
1	Geschwindigkeit, Byte 0	-	Tx	nein	Integer8	ro
2	Geschwindigkeit, Byte 1	-	Tx	nein	Integer8	ro

Untergrenze	-32768
Obergrenze	32767
Default	**0**

Geschwindigkeitswert	
Byte 0	Byte 1
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.9.5 Objekt 61FEh: Safety application configuration valid

Dieses Objekt zeigt an, ob die aktuell eingestellten sicherheitsgerichteten Mess-System – bezogenen CiA DS406-Mode Parameterdaten aus `Objekt 6100h: Safety position configuration parameters` bzw. aus `Objekt 6101h: Safety speed configuration parameters` gültig sind. Ein Schreibzugriff auf einen dieser Parameter setzt das Objekt automatisch auf ungültig = 00h.

Das Objekt ist auf gültig = A5h zu setzen, nachdem die Konfiguration der Sicherheitsanwendung abgeschlossen und die Signatur der Sicherheitsanwendungskonfiguration über `Objekt 61FFh: Safety application configuration signature` validiert wurde.

UNSIGNED8

Attribut	Bedeutung
Zugriff	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL
Wertebereich	A5h: Konfiguration ist gültig
	≠ A5h: Konfiguration ist ungültig
Standardwert	00h

10.9.6 Objekt 61FFh: Safety application configuration signature

Dieses Objekt wird verwendet, um die sicherheitsgerichteten Mess-System – bezogenen CiA DS406-Mode Parameterdaten zu verifizieren. Auf jeden Parameter wird eine Sicherheitssignatur angewendet. Hierzu stellt TR Electronic ein entsprechendes Konfigurationswerkzeug Namens `TR CAN Device Tool` zur Verfügung, siehe Kap. 6.2 auf Seite 48. Das Konfigurationswerkzeug lädt die eingestellten Parameterdaten für die Position bzw. für die Geschwindigkeit in das Mess-System herunter, berechnet die CRC-Signatur und überträgt anschließend die berechnete CRC-Signatur an das Mess-System. Die CRC-Signatur für die Position wird in Subindex 1 und die CRC-Signatur für die Geschwindigkeit wird in Subindex 2 geschrieben. Das Mess-System berechnet ebenfalls die CRC auf der Grundlage der eingestellten Parameterdaten und vergleicht dann die heruntergeladene CRC-Signatur mit der berechneten CRC-Signatur. Wenn beide übereinstimmen, sind die Parameterdaten gültig. Dieser Vorgang wird für die Position bzw. für die Geschwindigkeit jeweils separat vorgenommen.

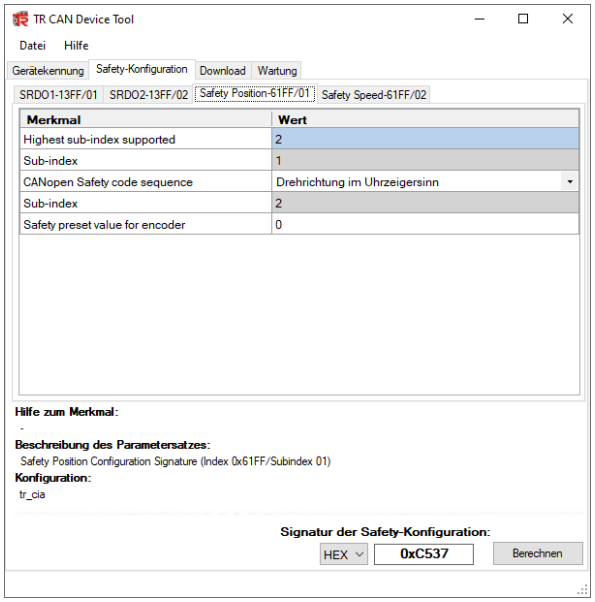


Abbildung 19: CRC-Berechnung Parameterdatensatz - Position

Abbildung 19 zeigt alle relevanten positionsbezogenen Parameter, welche mit in die CRC-Berechnung eingehen und das daraus resultierende Ergebnis: `0xC537`

Das Signatur-Beispiel bezieht sich auf die vorherrschende sicherheitsgerichtete Parameter Standardeinstellung für das CiA DS406-Encoderprofil und wird vom `TR CAN Device Tool` beim Download im Objekt 61FFh unter Subindex 1 eingetragen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

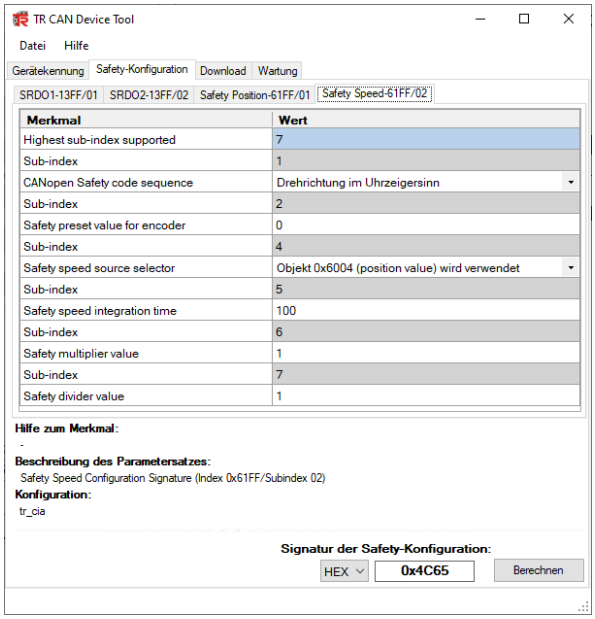


Abbildung 20: CRC-Berechnung Parameterdatensatz - Geschwindigkeit

Abbildung 20 zeigt alle relevanten geschwindigkeitsbezogenen Parameter, welche mit in die CRC-Berechnung eingehen und das daraus resultierende Ergebnis: `0x4C65`

Das Signatur-Beispiel bezieht sich auf die vorherrschende sicherheitsgerichtete Parameter Standardeinstellung für das CiA DS406-Encoderprofil und wird vom `TR CAN Device Tool` beim Download im Objekt 61FFh unter Subindex 2 eingetragen.

Safety application configuration signature

Index	Subindex	Kommentar	Standardwert	Typ	Attr.
61FFh	0	größter unterstützter Subindex	2	Unsigned16	ro
	1	Safety position configuration signature	C537h	Unsigned16	rw
	2	Safety speed configuration signature	4C65h	Unsigned16	rw

Attribut	Bedeutung
Zugriff Subindex 1	ro, wenn NMT Zustand = OPERATIONAL
	rw, wenn NMT Zustand = PRE-OPERATIONAL

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10 Mess-System Diagnose

10.10.1 Objekt 2211h: TR alarms

Das Objekt 2211h beinhaltet zusätzlich zur „Emergency-Meldung“ weitere Alarm-Meldungen welche über das PDO-Mapping auch in den Prozessdaten eingeblendet werden können. Ein Alarm wird gesetzt, wenn eine Störung im Mess-System zum falschen Positionswert führen könnte. Falls ein Alarm auftritt, wird das zugehörige Bit solange auf logisch „High“ gesetzt, bis der Alarm gelöscht und das Mess-System bereit ist, einen richtigen Positionswert auszugeben.

Index	**0x2211**
Beschreibung	TR Alarme
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Bit	**Funktion**
0	Skalierungsfehler
1	reserviert
2	reserviert
3	reserviert
4	reserviert
5	reserviert
6	reserviert
7	reserviert
8	reserviert
9	reserviert
10	reserviert
11	reserviert
12	reserviert
13	reserviert
14	reserviert
15	reserviert

Skalierungsfehler

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die interne Hardware-Diagnose eine Bewegung der Welle im ausgeschalteten Zustand erkannt hat, die außerhalb des gültigen Überwachungsbereich liegt. Überwachungsbereich: SIL2 = 3200 Umdrehungen, SIL3 = 320 Umdrehungen

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.2 Objekt 2212h: TR warnings

Das Objekt 2212h beinhaltet Informationen über die Warnungen und zeigen an, dass bestimmte Betriebsparameter des Mess-Systems überschritten wurden. Im Gegensatz zu den Alarmen beinhalten die Warnungen keine Anzeige für fehlerhafte Positionswerte.

Index	**0x2212**
Beschreibung	TR Warnungen
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Bit	**Funktion**
0	Lichtquelle
1	Unterspannung, intern
2	Überspannung, intern
3	Unterspannung 24 V
4	Überspannung 24 V
5	Zulässige Geschwindigkeit
6	Temperatur
7 – 14	reserviert
15	Allgemeine Warnung

Lichtquelle

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die Regelung der Lichtquelle der optischen Abtastung sich außerhalb des Normbereichs befindet.

Unterspannung, intern / Überspannung, intern

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn das Mess-System eine Unterspannung bzw. Überspannung im internen Versorgungsnetz erkannt hat.

Unterspannung 24 V / Überspannung 24 V

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die Versorgungsspannung unterhalb bzw. oberhalb der Toleranzgrenze liegt.

Zulässige Geschwindigkeit

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die mech. zulässige Drehzahl von 6600 1/min überschritten wurde.

Temperatur

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die interne Temperatur von 105 °C überschritten wurde.

Allgemeine Warnung

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn eine nicht näher spezifizierte Warnung erkannt worden ist.



Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
Alle Warnungen werden automatisch gelöscht, sobald sich die Betriebsparameter wieder im Normalbereich befinden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.3 Objekt 6500h: Operating status

Dieses Objekt liefert den Betriebsstatus der im `Objekt 6000h: Operating parameters` konfigurierten Mess-System - Funktionen.

Index	**0x6500**
Beschreibung	Betriebsstatus
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 0**	**Bit = 1**
0	Zählrichtung	Position steigend	Position fallend
1	Diagnosesteuerung	ausgeschaltet	eingeschaltet
2	Skalierungsfunktion	ausgeschaltet	eingeschaltet
3 – 15	reserviert		

10.10.4 Objekt 6501h: Single-turn resolution

Dieses Objekt enthält die maximale Anzahl der Mess-Schritte pro Umdrehung welche durch das Mess-System ausgegeben werden können.

Index	**0x6501**
Beschreibung	Single-Turn Auflösung
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Default	8192 Schritte pro Umdrehung

10.10.5 Objekt 6502h: Number of distinguishable revolutions

Dieses Objekt enthält die maximale Anzahl der Umdrehungen, welche das Mess-System ausgeben kann.

Index	**0x6502**
Beschreibung	Anzahl der Umdrehungen
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Default	65536 Umdrehungen

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.6 Objekt 6503h: Alarms

Das Objekt 6503h beinhaltet zusätzlich zur „Emergency-Meldung“ weitere Alarm-Meldungen welche über das PDO-Mapping auch in den Prozessdaten eingeblendet werden können. Falls ein Alarm auftritt, wird das zugehörige Bit solange auf logisch „High“ gesetzt, bis der Alarm gelöscht und das Mess-System bereit ist, einen richtigen Positionswert auszugeben.

Index	**0x6503**
Beschreibung	Alarme
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Bit	**Funktion**
0	Positionsfehler (NICHT-sicherheitsgerichtet)
1	Inbetriebnahme-Diagnosefehler
2	reserviert
3	reserviert
4	reserviert
5	reserviert
6	reserviert
7	reserviert
8	reserviert
9	reserviert
10	reserviert
11	reserviert
12	herstellerspezifische Funktionen
13	herstellerspezifische Funktionen
14	herstellerspezifische Funktionen
15	herstellerspezifische Funktionen

Positionsfehler (NICHT-sicherheitsgerichtet)

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn das Mess-System eine Störung des Systems erkennt.

Inbetriebnahme-Diagnosefehler

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn in den für die Positionserfassung bei Stillstand zuständigen Abtastungskomponenten ein Fehler erkannt wurde.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.7 Objekt 6504h: Supported alarms

Das Objekt 6504h enthält Informationen über die vom Mess-System unterstützten Alarme.

Index	**0x6504**
Beschreibung	Unterstützte Alarme
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 1** (wird unterstützt)
0	Positionsfehler (NICHT-sicherheitsgerichtet)	Ja
1	Inbetriebnahme-Diagnosefehler	Ja
2	reserviert	Nein
3	reserviert	Nein
4	reserviert	Nein
5	reserviert	Nein
6	reserviert	Nein
7	reserviert	Nein
8	reserviert	Nein
9	reserviert	Nein
10	reserviert	Nein
11	reserviert	Nein
12	herstellerspezifische Funktionen	Nein
13	herstellerspezifische Funktionen	Nein
14	herstellerspezifische Funktionen	Nein
15	herstellerspezifische Funktionen	Nein

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.8 Objekt 6505h: Warnings

Das Objekt 6505h beinhaltet Informationen über die Warnungen, die im System aufgetreten sind.
Das Objekt kann über das PDO-Mapping auch in den Prozessdaten übertragen werden.

Index	**0x6505**
Beschreibung	Warnungen
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	ja

Bit	**Funktion**
0	reserviert
1	Lichtsteuerungsreserve
2 – 5	reserviert
6	Geschwindigkeitsbereich (NICHT-sicherheitsgerichtet)
7 – 11	reserviert
12	Unterspannung
13	Überspannung
14	Allgemeine Warnung
15	reserviert

Lichtsteuerungsreserve

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die Regelung der Lichtquelle der optischen Abtastung sich außerhalb des Normbereichs befindet.

Geschwindigkeitsbereich (NICHT-sicherheitsgerichtet)

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich entweder unter- bzw. überschreitet. Siehe `Objekt 6030h: Speed value`, Seite 117.

Unterspannung / Überspannung

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn das Mess-System eine Unterspannung bzw. eine Überspannung im internen Versorgungsnetz erkannt hat.

Allgemeine Warnung

Das Bit wird auf 1 gesetzt, wenn eine nicht näher spezifizierte Warnung erkannt worden ist.



Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.

Alle Warnungen werden automatisch gelöscht, sobald sich die Betriebsparameter wieder im Normalbereich befinden.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.9 Objekt 6506h: Supported warnings

Das Objekt 6506h beinhaltet Informationen über die Warnungen, die durch das Mess-System unterstützt werden.

Index	**0x6506**
Beschreibung	Unterstützte Warnungen
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Bit	**Funktion**	**Bit = 1** (wird unterstützt)
0	Frequenz	Nein
1	Lichtsteuerungsreserve	Ja
2	CPU-Watchdog-Status	Nein
3	Betriebszeitbegrenzung	Nein
4	Akku-Ladung	Nein
5	Referenzpunkt	Nein
6	Geschwindigkeitsbereich (NICHT-sicherheitsgerichtet)	Ja
7	Beschleunigungsbereich	Nein
8	Jerk-Bereich	Nein
9 – 11	reserviert	–
12	Unterspannung	Ja
13	Überspannung	Ja
14	Allgemeine Warnung	Ja
15	reserviert	–

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.10 Objekt 6507h: Profile and software version

Dieses Objekt enthält in den ersten 16 Bits die implementierte Profilversion des Mess-Systems. Sie ist kombiniert mit einer Revisionsnummer und einem Index.

Index	**0x6507**
Beschreibung	Profil- und Softwareversion
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

z.B.: Profilversion: 3.02
Binärcode: 0000 0011 0000 0010
Hexadezimal: 03 02

Die zweiten 16 Bit enthalten den Index der Softwareversion aus Objekt 100Ah.

z.B.: Softwareversions-Index: 1.06
Binärcode: 0000 0001 0000 0110
Hexadezimal: 01 06

Die Softwareversion ohne Versionsindex ist in Objekt 100Ah enthalten, siehe Seite 63.

Profilversion		**Softwareversions-Index**	
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3
2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8	2^7 bis 2^0	2^{15} bis 2^8

10.10.11 Objekt 6508h: Operating time

Dieses Objekt speichert die Betriebsdauer in den nichtflüchtigen Speicher solange das Mess-System mit Strom versorgt wird.

Die Betriebsdauer wird in 0,1 Std. pro Digit erfasst.

Index	**0x6508**
Beschreibung	Betriebsdauer
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

10.10.12 Objekt 6509h: Offset value

Dieses Objekt enthält den Offsetwert, der durch die Preset-Funktion berechnet wird. Der Offsetwert wird gespeichert und kann vom Mess-System gelesen werden.

Index	**0x6509**
Beschreibung	Offsetwert
Datentyp	INTEGER32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

10.10.13 Objekt 650Ah: Module identification

Dieses Objekt enthält den herstellerspezifischen Offset-Wert, den herstellerspezifischen minimalen und maximalen Positionswert. Im Subindex 1 wird der Offset-Wert gespeichert. Dieser Wert gibt Auskunft über die Verschiebung des Nullpunktes in Anzahl Schritte gegenüber dem physikalischen Nullpunkt der Codescheibe. In den Subindizes 2 und 3 werden der minimale bzw. maximale Positionswert gespeichert.

Index	**0x650A**
Beschreibung	Hersteller Offsetwert
Datentyp	INTEGER32
Objektcode	ARRAY
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

Subindex	**Kommentar**	**Standardwert**	**Typ**	**Attr.**
0	größter unterstützter Subindex	3	INTEGER32	ro
1	Manufacturer offset value	0	INTEGER32	ro
2	Manufacturer min position value	0 Schritte	INTEGER32	ro
3	Manufacturer max position value	536870911 Schritte	INTEGER32	ro

10.10.14 Objekt 650Bh: Serial number

Dieses Objekt enthält die aktuelle Serien-Nr. des Gerätes und entspricht dem Identity-Objekt 1018h, Subindex 4.

Index	**0x650B**
Beschreibung	Serien-Nummer
Datentyp	UNSIGNED32
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

10.10.15 Objekt 650Dh: Absolute accuracy

Dieses Objekt enthält die absolute Genauigkeit des Sensorelements. Der Wert gibt die effektive Anzahl von Bits mit einer Genauigkeit von ±1 Bit an.

Index	**0x650D**
Beschreibung	Absolute Genauigkeit
Datentyp	UNSIGNED8
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Default	13 Bit (8192 Schritte/Umdr.)

10.10.16 Objekt 650Eh: Device capability

Dieses Objekt liefert zusätzliche Informationen zum `Objekt 1000h: Device type`, d.h. Geräteklassen, Mess-System-Auflösungstyp und CANopen Safety Funktionalitäten.

Index	**0x650E**
Beschreibung	Geräte Funktionsumfang
Datentyp	UNSIGNED16
Objektcode	VARIABLE
Zugriff	ro
PDO Mapping	nein
Default	23h

Aufschlüsselung des Defaultwertes: 0010 0011b (23h)

Encoder-Klasse: Klasse 3 Funktionalität; gemäß CiA DS406 Encoder Profile
Auflösung: Normal, max. 32 Bit
Safety: unterstützt sicherheitsgerichtete Funktionalitäten
Safety Typ: CANopen Safety

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

11 Rücksetzen der Geräte-Parameter

⚠WARNUNG

Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems durch Eindringen von Fremdkörpern und Feuchtigkeit!

ACHTUNG

- Zugang zu den Adress-Schaltern nach den Einstellungsarbeiten mit der Verschluss-Schraube wieder sicher verschließen.

Das Rücksetzen der Geräte-Parameter wird über zwei HEX-Drehschalter SW1 und SW2 vorgenommen. Lage und Zuordnung der HEX-Drehschalter sind der beiliegenden Steckerbelegung zu entnehmen.

Vorgehensweise:

1. Verschluss-Schraube lösen
2. Schalter SW1 / SW2 ≠ 0
3. Schalter SW1 / SW2 = 0
4. 3 s warten, LED1 für 2 s im `Flickering`-Mode
5. Schalter SW1 = 5 / SW2 = 2, entspricht 0x52 = 'R' (RESET)
6. 3 s warten, LED1 / LED2 sind im `Alternate Blinking` - Mode
7. Schalter SW1 / SW2 = 0
8. Die Speicher für Parmeter, Node-ID, Baudrate, Config-Verified und Config-Locked werden gelöscht
9. Nach Beendigung des Löschvorgangs geht LED1 in den `Flickering`-Mode
10. Schalter SW1 / SW2 auf den gewünschten Adresswert einstellen
11. Über POWER OFF/ON das Mess-System neu starten
12. Der Vorgang ist abgeschlossen, die Verschluss-Schraube kann wieder eingedreht werden

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

12 Ausgabe von Ersatzwerten im Fehlerfall

Befindet sich das Mess-System z.B. nach einem kritischen Fehler im sicheren Zustand, werden je nach vorherrschenden Einstellungen statt den zyklischen SRDO-Daten, statische Ersatzwerte ausgegeben. Die Position wird dabei auf 0xFF FF FF FF gesetzt, die restlichen Daten werden auf „0“ gesetzt.

In folgenden Fällen werden statt den zyklischen SRDO-Daten statische Ersatzwerte ausgegeben:

- beim Anlauf des sicherheitsgerichteten Systems
- Aktuelle System-Konfiguration ist ungültig. Objekt 0x13FE `Configuration valid` enthält den Wert ≠ 0xA5.
- bei Fehlern in der sicherheitsgerichteten Kommunikation zwischen Steuerung und Mess- System über das CANopen Safety - Protokoll gemäß EN 50325-5
- wenn der im Objekt 0x2410 `TR safety configuration parameter` eingestellte Wert für `Window increments` überschritten wurde
- wenn der, unter der entsprechenden Artikelnummer angegebene, zulässige Umgebungstemperaturbereich weit unterschritten bzw. überschritten wird
- Hardwaretechnische Fehler im Mess-System

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

13 Definition – Sicherer Zustand

Im sicheren Zustand muss das Mess-System als CANopen-Safety-Teilnehmer in den fehlersicheren Zustand überwechseln. Generell wird dieser Zustand mit einem hochprioren CAN-Telegramm, dem `Global Fail Safe Command (GFC)`, gemeldet. Die Nachricht hat die COB-ID 0x001 und besitzt keine Parameter.
Einstellungen für das `GFC-Bit` in `Objekt 1300h: Global failsafe command parameter (GFC)` können über das `Objekt 3011h: GFC setting` vorgenommen werden, siehe Seite 112.

Es werden zwei sichere Zustände im TR-Mode unterschieden:

1. **Passiv-Sicherer-Zustand** (TR-Mode / CiA DS406-Mode)
Der Passiv-Sichere-Zustand wird eingestellt, wenn in `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` unter `Subindex 11: Error behavior` der Wert = 0 gesetzt ist.

2. **Aktiv-Sicherer-Zustand** (TR-Mode)
Der Aktiv-Sichere-Zustand wird eingestellt, wenn in `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` unter `Subindex 11: Error behavior` der Wert = 1 gesetzt ist. Außerdem muss das `Objekt 1029h: Error behavior` für Subindex 1 und 2 auf den Wert = 1 --> `keine Änderung` eingestellt sein.

13.1 Passiv-Sicherer-Zustand

Im Passiv-Sicheren-Zustand nimmt das Mess-System nicht mehr an der CANopen-Safety-Kommunikation teil und gibt keine zyklische SRDO-Daten mehr aus. Nach Ablauf der `Safeguard Cycle Time (SCT)` erkennt der CANopen-Safety-Master auf diese Art entsprechende sicherheitsrelevante Fehler. Der Ablauf geschieht nach dem CANopen Safety - Protokoll gemäß EN 50325-5. Im CiA DS406-Mode wird daher im Fehlerfall immer nur der Passiv-Sichere-Zustand eingenommen, unabhängig von der Einstellung in Objekt 2410h.

Fehler-Quittierung:
Um nach Beseitigung eines Fehlers den fehlersicheren Zustand wieder verlassen zu können, muss das Mess-System in den `PRE-OPERATIONAL` Zustand überführt werden. Anschließend kann die zyklische SRDO-Kommunikation im `OPERATIONAL` Zustand wiederaufgenommen werden.

13.2 Aktiv-Sicherer-Zustand

Im Aktiv-Sicheren-Zustand behält das Mess-System die zyklische Kommunikation über SRDO weiterhin aufrecht. In den Nutzdaten des SRDO wird über das `Safe-State-Bit` 2^4 in Objekt `TR safety status` 0x2420 = „0“ der sichere Zustand angezeigt. Falls Nutzdaten verfügbar sind, z.B. nur eines Messkanals, werden diese weiterhin ausgegeben. Ziel dieses Vorgehens ist es, dem Anwender die Möglichkeit zu erhalten, die Anlage, z.B. im Handbetrieb, in eine Parkposition zu fahren und die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen.

Fehler-Quittierung:
Nach Beseitigung des Fehlers wird vom Mess-System das `Error Acknowledge Request` Bit 2^6 in Objekt `TR safety status` 0x2420 gesetzt und zeigt damit eine erforderliche Quittierung an. Um den fehlersicheren Zustand wieder verlassen zu können, muss daher das `Error Acknowledge` Bit 2^6 in Objekt `TR safety control` 0x2430 auf „1“ gesetzt werden.



Wenn die aktuelle System-Konfiguration über `Objekt 13FEh: Configuration valid` auf ungültig ≠ A5h gesetzt ist, werden statt der zyklischen SRDO-Daten, keine Daten mehr ausgegeben.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14 Fehlerursachen und Abhilfen

14.1 Optische Anzeigen

Lage, Zuordnung und Blinkfrequenz der LEDs ist der gerätespezifischen Steckerbelegung zu entnehmen, siehe Kap. „Bus-Statusanzeige“ auf Seite 47.

ERR LED, rot:

LED-Status	Ursache	Abhilfe
ON	CAN-Treiber im „BUS OFF“ Zustand, aufgrund zu vieler Übertragungsfehler.	- Buskabel überprüfen. - Busterminierung überprüfen - Steckverbindungen überprüfen. - Auf eindeutige Node-IDs überprüfen - Eingestellte Baudrate muss mit der Master-Baudrate übereinstimmen.
OFF	Kein Fehler, bzw. Mess-System ausgeschaltet.	–
Flickering	LSS `Waiting Mode` aktiv	Kein Fehler, Mess-System kann zur Parametrierung in den LSS `Configuration Mode` überführt werden oder direkt die im LSS `Waiting Mode` unterstützten Dienste ausführen. Wurde die Node-ID neu gesetzt, muss zur Aktivierung in diesem Mode der NMT-Dienst `Reset Communication` ausgeführt werden.
Blinking	Beim Versuch, die System-Konfiguration bzw. Parameter-Konfiguration über die Objekte 13FEh, 24FEh bzw. 61FEh als gültig zu deklarieren, wurde bei der Überprüfung ein allgemeiner Konfigurationsfehler festgestellt. `Objekt 3010h: Active mode` enthält den Wert 0 = Mapping ausgeschaltet oder 3 = fehlerhafte Mappingeinstellungen.	- Zur Fehleranalyse `Objekt 3010h: Active mode` auslesen und Mapping-Einstellungen anpassen. - System-Konfiguration gemäß Kap. 4.2 auf Seite 34 gültig setzen. - Voneinander abhängige Parameter in ihrer Gesamtkonstellation auf Plausibilität überprüfen, z.B. Skalierungsparameter (Messlänge, Umdr. Zähler/Nenner). - Befindet sich das Mess-System im sicheren Zustand, siehe Maßnahmen unter `Inverse single flash`.
Single Flash	Mindestens einer der Fehlerzähler des CAN-Controllers hat den Warnpegel erreicht oder überschritten (zu viele Fehler-Frames)	- Auf eindeutige Node-IDs überprüfen - Eingestellte Baudrate muss mit der Master-Baudrate übereinstimmen. - Physikalischer Aufbau des Bus-Systems überprüfen.
Double Flash	Guard-Ereignis aufgetreten. (NMT-Slave oder NMT-Master)	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen. - Zykluszeit über die Objekte 100Ch und 100Dh für das Node-Guarding-Protokoll erhöhen.
	Heartbeat-Ereignis aufgetreten. (Heartbeat Consumer)	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen. - Zykluszeit über die Objekte 1016h und 1017h für das Heartbeat-Protokoll anpassen.

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: ERR LED

LED-Status	Ursache	Abhilfe
Inverse Single Flash	**Mess-System befindet sich aufgrund folgender Umstände im sicheren Zustand:**	- Zur Fehleranalyse `Objekt 3010h: Active mode` auslesen und Emergency-Meldungen auswerten. Eine weitere Möglichkeit zur Diagnose bietet `Objekt 2420h: TR safety status` und kann auch im Passiv-Sicherem-Zustand noch über SDO-Services gelesen werden. - Um das Mess-System nach einem sicherheitsrelevanten Fehler wieder in Betrieb nehmen zu können, muss der Fehler generell zuerst beseitigt werden und anschließend eine Fehler-Quittierung gemäß Kap. 13 auf Seite 141 vorgenommen werden. Wenn sich der Fehler nicht quittieren lässt, muss die Versorgungsspannung zuerst ausgeschaltet und dann wieder eingeschaltet werden.
	- Aktuelle System-Konfiguration ist ungültig. `Objekt 13FEh: Configuration valid` enthält den Wert 00h.	- System-Konfiguration gemäß Kap. 4.2 auf Seite 34 gültig setzen.
	- Fehler in der sicherheitsgerichteten Kommunikation zwischen Steuerung und Mess- System.	- Mit Hilfe von Diagnose-Mechanismen versuchen den Fehler einzugrenzen (steuerungsabhängig). - Überprüfen, ob die eingestellten Timeout-Zeiten für die Automatisierungsaufgabe geeignet sind. - Überprüfen, ob die Verbindung zwischen Sicherheitssteuerung und Mess-System gestört ist.
	- Eingestellter Wert für den Parameter `Window increments` in `Objekt 2410h: TR safety configuration parameter` wurde überschritten.	- Überprüfen, ob der eingestellte Wert für den Parameter `Window increments` für die Automatisierungsaufgabe geeignet ist, siehe Kap. 10.2.2.8 auf Seite 96.
	- Zulässiger Umgebungstemperaturbereich wurde weit unter- bzw. überschritten.	- Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass der zulässige Umgebungstemperaturbereich zu jeder Zeit eingehalten werden kann.
	- Hardwarefehler aufgetreten.	- Versorgungsspannung AUS/EIN. Wenn der Fehler nach dieser Maßnahme weiterhin bestehen bleibt, muss das Mess-System ausgetauscht werden.
Alternate Blinking	- Kein Fehler, Softwaredownload bzw. Rücksetzung auf Werkseinstellungen aktiv.	–
Alternate Slow Blinking	- Kein Fehler, Geräte Suchfunktion aktiv.	–

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

RUN LED, grün:

LED-Status	Ursache	Abhilfe
ON	- Mess-System befindet sich im NMT-Zustand `OPERATIONAL`.	Normaler Betriebszustand
OFF	- Mess-System ausgeschaltet.	–
Flickering	- LSS `Configuration Mode` aktiv.	Kein Fehler, Mess-System kann in den LSS `Waiting Mode` überführt werden oder direkt die im LSS `Configuration Mode` unterstützten Dienste ausführen. Zur dauerhaften Speicherung der angepassten Parameter muss das LSS `Store Configuration Protocol` an das Mess-System übertragen werden. Zur Aktivierung der Node-ID muss der NMT-Dienst `RESET COMMUNICATION` im Zustand `LSS Waiting` ausgeführt werden. Zur Aktivierung der Baudrate muss das LSS `Activate Bit Timing Parameters Protocol` im Zustand `LSS Configuration` an das Mess-System übertragen werden.
Blinking	- Mess-System befindet sich im NMT-Zustand `PRE-OPERATIONAL`.	Wenn keine Fehler vorhanden sind, kann das Mess-System in den NMT-Zustand `OPERATIONAL` überführt werden.
Single flash	- Mess-System befindet sich im NMT-Zustand `STOPPED`.	Wenn keine Fehler vorhanden sind, kann das Mess-System direkt in den NMT-Zustand `OPERATIONAL` überführt werden.
Inverse single flash	- Fehler-Quittierung angefordert.	Fehler-Quittierung gemäß Kap. 13 auf Seite 141 durchführen.
Alternate Blinking	- Kein Fehler, Softwaredownload bzw. Rücksetzung auf Werkseinstellungen aktiv.	–
Alternate Slow Blinking	- Kein Fehler, Geräte Suchfunktion aktiv.	–



Über „Objekt 1029h: Error behavior“ kann gesteuert werden, ob das Mess-System beim Auftreten eines Fehlers vom `OPERATIONAL` in den `PRE-OPERATIONAL`- oder den `STOPPED`-Mode überführt werden soll, siehe Seite 71. In diesem Fall ist die abgesetzte Emergency-Meldung auszuwerten, siehe Kap. 14.3 ab Seite 148.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14.2 SDO-Fehlercodes

Im Fall eines Fehlers (SDO Response CCD = 0x80) enthält der Datenbereich einen 4-Byte-Fehlercode. Folgende Fehler-Codes werden vom Mess-System unterstützt:

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0503 0000	Togglebit hat sich nicht geändert.	Beim segmentierten Übertragen eines SDOs ist ein Telegramm nicht richtig übertragen worden. - Vorgang wiederholen
0x0504 0000	SDO Protokoll Zeitüberschreitung	Bei segmentiertem SDO Download/Upload wurde die Zeit von 5 s zwischen den Telegrammen überschritten. - Vorgang wiederholen
0x0504 0001	Kein gültiger oder unbekannter Kommando-Code (CCD)	Liste der gültigen CCD´s siehe Tabelle 3 auf Seite 21.
0x0504 0004	CRC Fehler. Es wurde versucht, die System-Konfiguration bzw. Parameter-Konfiguration über die Objekte 13FEh, 24FEh bzw. 61FEh als gültig zu deklarieren. Bei der Überprüfung wurden fehlerhaft eingetragene CRC-Signaturen festgestellt.	Die in den Objekten 13FFh, 24FFh bzw. 61FFh eingetragenen CRC-Signaturen überprüfen, korrigieren und erneut versuchen, die System-Konfiguration bzw. Parameter-Konfiguration als gültig zu deklarieren.
0x0601 0000	- Kein unterstützter Zugriff auf das Objekt. Es wurde versucht auf ein Mapping-Objekt über einen SDO-Schreibdienst zuzugreifen. - Über Objekt 1300h wurde versucht das GFC zu löschen, obwohl noch Provider-Fehler anstehen. - Über Objekt 2040h bzw. 6003h wurde versucht die Preset-Funktion aufzulösen, obwohl die vorherrschende Mode-Einstellung nicht zur ausgewählten Preset-Funktion passt. - Bei bereits schon aktiviertem Heartbeat-Protokoll wurde versucht zusätzlich das Life-Guard-Protokoll zu aktivieren. - Bei gültig gesetzen PDO´s (Objekte 1800h-1803h, Subindex 1, Bit 31 = 0) wurde versucht die Subindizes 3 und 6 zu beschreiben. Oder es wurde versucht die Subindizes der Obekte 1A00h-1A03h zu beschreiben. - Bei aktivierter Mappingfunktion (Objekte 1A00h-1A03h, Subindex 0 ≠ 0) wurde versucht die nachfolgenden Subindizes zu beschreiben.	- Auf Mapping-Objekte, wie z.B. `Objekt 2432h: TR safety preset value`, darf nur per SDO-Lesedienst zugegriffen werden. - Über Objekt 1300h GFC erst löschen, wenn keine Provider-Fehler mehr anstehen. - Preset-Funktion über Objekt 2040h nur im TR-Mode ausführen. Preset-Funktion über Objekt 6003h nur im CiA DS406-Mode ausführen. - Bei Aktivierung des Überwachungsprotokolls darauf achten, dass entweder nur das Heartbeat-Protokoll, oder nur das Life-Guard-Protokoll benutzt wird. - Zugriffs-Reglementierungen der Kommunikationsparameter und Mappingparameter gemäß Kapitel „Kommunikations-Profil“ auf Seite 49 beachten.
0x0601 0001	Lesezugriff auf ein Objekt, welches nur beschrieben werden kann.	Falscher Kommando-Code (CCD), es sind nur Schreib - Kommandos (0x2x) erlaubt, siehe Tabelle 3 auf Seite 21.
0x0601 0002	Schreibzugriff auf ein Objekt, welches nur gelesen werden kann.	Falscher Kommando-Code (CCD), es sind nur Lese - Kommandos (0x4x) erlaubt, siehe Tabelle 3 auf Seite 21.
0x0602 0000	Objekt im Objekt-Verzeichnis nicht vorhanden.	Gültige Objekte siehe Tabelle 9 und Tabelle 10 auf Seite 60 und 76.
0x0604 0041	Objekt kann nicht gemappt werden	Unterstützte Mapping-Objekte siehe Kap. 8 ab Seite 59.
0x0604 0042	Anzahl und Länge der gemappten Objekte übersteigt die zulässige PDO Länge	Überprüfen - Mapping Objekte ≤ 8 Byte Datenlänge pro TPDO - Anzahl Mapping Objekte ≤ 2 pro TPDO

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: SDO-Fehlercodes

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0604 0043	Allgemeine Parameter-Inkompatibilität	- Falsche EMCY COB-ID in Objekt 1014h? - Falsche Heartbeat Consumer COB-ID (Objekt 1016h)? zulässiger Bereich = 1…127 - Falsche PDO-COB-ID (Objekt 1800h-1803h)? - Falsche SRDO-COB-ID (Objekt 1301h-1303h)? - Ist die `Safeguard Cycle Time` (SCT) größer als die `Safety Related Validation Time` (SRVT)? siehe Objekte 1301h-1303h. - Abhängig vom eingestellten Mode: TR-Mode Parameterdaten aus Objekt 2410h bzw. CiA DS406-Mode Parameterdaten aus Objekt 6100h bzw. 6101h überprüfen und die jeweilige Konfiguration über Objekt 24FEh bzw. 61FEh gültig setzen, damit die System-Konfiguration über `Objekt 13FEh: Configuration valid` gültig gesetzt werden kann.
0x0606 0000	Zugriff aufgrund eines Hardware-Fehlers fehlgeschlagen	Parameter-Speicherung/Wiederherstellung erneut ausführen (Objekte 1010h, 1011h).
0x0607 0010	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter stimmt nicht.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) stimmt nicht mit der Datenlänge des übertragenen Objekts überein. Vergleiche Kommando-Codes Seite 21 mit den Objekten, siehe Tabelle 9 und Tabelle 10 auf Seite 60 und 76.
0x0607 0012	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter zu groß.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) ist länger als das übertragene Objekt. Vergleiche Kommando-Codes Seite 21 mit den Objekten, siehe Tabelle 9 und Tabelle 10 auf Seite 60 und 76.
0x0607 0013	Datentyp bzw. Länge der Service-Parameter zu klein.	Der benutzte Kommando-Code (CCD) ist kürzer als das übertragene Objekt. Vergleiche Kommando-Codes Seite 21 mit den Objekten, siehe Tabelle 9 und Tabelle 10 auf Seite 60 und 76.
0x0609 0011	Subindex nicht vorhanden.	Überprüfen, welche Subindexe das entsprechende Objekt unterstützt.
0x0609 0030	Ungültiger Parameterwert (nur Download)	Zulässigen Wertebereich für das entsprechende Objekt überprüfen.
0x0609 0031	Gesendeter Parameterwert zu groß	Gültiger Bereich des Objekts beachten.
0x0609 0032	Gesendeter Parameterwert zu klein	Gültiger Bereich des Objekts beachten.
0x060A 0023	- Ressource nicht verfügbar - Beim internen Update von Parametern ist ein Fehler aufgetreten	- Mess-System unterstützt keine Zweitschnittstelle, sodaß die dazugehörigen Parameter weder gelesen noch geschrieben werden können. - Letzten Vorgang wiederholt ausführen - Parameter auf Plausibilität überprüfen - Standardwerte laden und wiederholt ausführen - Neustart des Mess-Systems durchführen

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: SDO-Fehlercodes

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0800 0000	Allgemeiner Fehler aufgetreten: - NICHT-sicherheitsgerichtete Presetfunktion über die Objekte 2040h bzw. 6003h konnte nicht ausgeführt werden. - Node-ID über Objekt 3000h konnte nicht gesetzt werden. - GFC Consumer über Objekt 3011h konnte nicht aktiviert werden. - Preset oder Parameter-Update konnte beim Setzten der Konfiguration auf gültig über `Objekt 13FEh: Configuration valid` nicht durchgeführt werden. - Es wurden zu viele Heartbeat Consumer konfiguriert (Objekt 1016h).	- Letzten Vorgang wiederholt ausführen - Parameter auf Plausibilität überprüfen - Standardwerte laden und wiederholt ausführen - Neustart des Mess-Systems durchführen
0x0800 0020	Daten können nicht übertragen bzw. gespeichert werden	Falsche Signatur beim Abspeichern/ Wiederherstellen der Parameter geschrieben, siehe Objekte 1010h/1011h, Seite 64/66.
0x0800 0021	- Daten können aufgrund der lokalen Ansteuerung nicht gesendet oder gespeichert werden. - Die sicherheitsgerichteten Parameter sind möglicherweise über das `TR CAN Device Tool` abgeschlossen und können nicht geändert werden.	- Falsche Mode-Ansteuerung, siehe Kap. 8 auf Seite 59. - Die Freischaltung der sicherheitsgerichteten Parameter erfolgt über Objekt 1011h: Restore default parameters auf Seite 66. Über Subindex 1 und der Signatur „load“ wird die Safety-Konfiguration wieder aufgeschlossen.
0x0800 0022	Daten können aufgrund des Gerätezustandes (Status) nicht übertragen bzw. gespeichert werden: - Parameter Initialisierung fehlgeschlagen. - NICHT-sicherheitsgerichtete Preset-Funktion ist noch in Bearbeitung und wird gegenwärtig ausgeführt. - Es wurde versucht auf ein SRDO-Mappingobjekt (2430h-2433h) über einen SDO-Schreibdienst zuzugreifen. - Es wurde versucht sicherheitsgerichtete Parameter zu schreiben, obwohl sich das Mess-System nicht im Zustand `OPERATIONAL` befindet. - Beim Versuch die Parameter-Konfiguration über das Objekt 24FEh bzw. Objekt 61FEh gültig zu setzen wurde festgestellt, dass gegenwärtig noch interne Überprüfungen stattfinden und die Anfrage nicht bearbeitet werden kann. - Über Objekt 24FEh bzw. 61FEh wurde versucht die Parameter-Konfiguration gültig zu setzen, obwohl die vorherrschende Mode-Einstellung nicht zur ausgewählten Freischalte-Funktion passt.	- Falsche Vorgehensweise bei der Mapping-Konfiguration vorgenommen, siehe Kap. „Ändern der Mappingeinstellung“ auf Seite 52. - Ausgeführte Aktion zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt ausführen. - Schreibbare SRDO-Mappingobjekte (2430h-2433h) können nur gemäß EN 50325-5 übertragen bzw. geschrieben werden. - Sicherheitsgerichtete Parameter können nur im Zustand `OPERATIONAL` geschrieben werden. - Freischalte-Funktion über Objekt 24FEh nur im TR-Mode ausführen. Freischalte-Funktion über Objekt 61FEh nur im CiA DS406-Mode ausführen. - Mess-System eventuell neu starten.
0x0800 0024	Keine Daten verfügbar	Hinweis, dass keine Fehler mehr vorhanden sind, bei Lesezugriff auf Objekt 1003h Subindex 01, siehe Seite 62.

Tabelle 11: SDO-Fehlercodes

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14.3 Emergency-Meldung (8 Bytes)

Emergency-Meldungen werden beim Auftreten einer geräteinternen Störung ausgelöst und werden von dem betreffenden Anwendungsgerät an die anderen Geräte mit höchster Priorität übertragen.

<table>
<tr><th colspan="9">Emergency-Meldung</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Byte</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr>
<tr><td colspan="2">Emergency-Fehlercode</td><td>Fehler-Register</td><td colspan="5">Herstellerspezifisches Fehlerfeld</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Inhalt</td><td colspan="2" rowspan="2">Objekt 1003h, Byte 0-1</td><td rowspan="2">Objekt 1001h</td><td>Modul-Nr.</td><td>Fehler-Nr.</td><td colspan="2">Fehler-Klasse, Byte 0-1</td><td>Sensor-Nr.</td></tr>
<tr><td>Objekt 1003 Byte 3</td><td>Objekt 1003 Byte 2</td><td colspan="2">siehe ab Seite 150</td><td>0: Alle
1-4: Sensor 1 bis 4</td></tr>
</table>

Standard COB-Identifier = 080h + Node-ID

Wenn das Mess-System einen internen Fehler erkennt, wird eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode des Objekts 1003h (Vordefiniertes Fehlerfeld) und dem Fehler-Register (Objekt 1001h) übertragen.
Liegt ein herstellerspezifischer Fehler vor, dann wird zusätzlich in der Emergency-Meldung ein herstellerspezifischer Fehlercode über das „Herstellerspezifische Fehlerfeld“ (Bytes 3 bis 7) übertragen, siehe ab Seite 150.

Wenn der Fehler nicht mehr vorhanden ist, überträgt das Mess-System eine Emergency-Meldung mit dem Fehlercode "0" (Reset Fehler / kein Fehler) und Fehler-Register "0".

14.3.1 Objekt 1003h: Vordefiniertes Fehlerfeld, Bytes 0 – 1

Über das Emergency-Objekt wird immer nur der zuletzt aufgetretene Fehler angezeigt. Für jede EMCY-Nachricht die gelöscht wurde, wird eine Emergency-Meldung mit Fehlercode „0x0000“ übertragen. Das Ergebnis kann dem Objekt 0x1003 entnommen werden. Wenn kein Fehler mehr vorliegt, zeigt auch das Fehlerregister keinen Fehler mehr an.

Die Fehlerliste in Objekt 0x1003 kann auf verschiedene Arten gelöscht werden:

1. Schreiben des Wertes „0“ auf Subindex 0 im Objekt 0x1003
2. Neustart des Mess-Systems

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fehlercode	Bedeutung	Abhilfe
0x0000	Fehler rückgesetzt / kein Fehler	-
0x1000	Allgemeiner Fehler aufgetreten	- Sammelfehleranzeige: Es ist mindestens ein Fehler aufgetreten. Zur weiteren Fehleranalyse Fehlerregister 1001h auslesen. Liegt ein herstellerspezifischer Fehler vor, zusätzlich in der Emergency-Meldung die Bytes 3 bis 7 auswerten oder in Objekt 1003h die Bytes 2 bis 3 auswerten.
0x3100 + Sensor-Nr. (0 bis 4)	Versorgungsspannung außerhalb der Toleranzgrenze	- Zur weiteren Fehleranalyse in der Emergency-Meldung die Bytes 3 bis 7 auswerten oder in Objekt 1003h die Bytes 2 bis 3 auswerten.
0x4200 + Sensor-Nr. (0 bis 4)	Temperatur außerhalb der Toleranzgrenze	
0x6001	Sicherheitsgerichteter Fehler – Feldbus Schnittstelle, eigener Prozessor	
0x6002	Sicherheitsgerichteter Fehler – Feldbus Schnittstelle, Remote Prozessor	
0x6100 + Sensor-Nr. (0 bis 4)	Allgemeiner interner Softwarefehler aufgetreten	
0x8110	CAN-Überlauf (verlorene Objekte)	- Generelle Busauslastung ≤ 85%. - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen.
0x8120	CAN-Fehler (Passive Mode)	- Auf eindeutige Node-IDs überprüfen. - Eingestellte Baudrate muss mit der Master-Baudrate übereinstimmen. - Physikalischer Aufbau des Bus-Systems überprüfen.
0x8130	Node Guarding-Fehler	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen. - Zykluszeit über die Objekte 100Ch und 100Dh für das Node-Guarding-Protokoll erhöhen.
	Heartbeat Fehler	- Generelle Busauslastung ≤ 85 % ! - Versuchen, die Baudrate zu erhöhen. - Zykluszeit über die Objekte 1016h bzw. 1017h für das Heartbeat-Protokoll anpassen.
0x8140	Wiederherstellung, BUS-OFF-Zustand	- Auf eindeutige Node-IDs überprüfen. - Eingestellte Baudrate muss mit der Master-Baudrate übereinstimmen. - Physikalischer Aufbau des Bus-Systems überprüfen.
0x8210	PDO bzw. SRDO wird aufgrund eines Längenfehlers nicht verarbeitet.	- Sendedaten für PDO/SRDO von der Steuerung überprüfen und anpassen.
0x8240	Unerwartete SYNC-Datenlänge (SYNC-Konsumer erwarten ein anderes SYNC-Format: mit oder ohne SYNC-Zähler)	- Überprüfen, ob ein 1-Byte Zählerwert innerhalb einer SYNC-Nachricht erwartet wird, oder nicht. Die Einstellung wird über `Objekt 1019h: Synchronous counter overflow value` vorgenommen.

Tabelle 12: Emergency-Fehlercodes

81xx, 82xx: Kommunikationsfehler
≠ 81xx, 82xx: Gerätefehler

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14.3.2 Objekt 1001h: Fehlerregister, Byte 2

Das Fehlerregister zeigt bitkodiert den Fehlerzustand des Mess-Systems an. Es können auch mehrere Fehler gleichzeitig durch ein gesetztes Bit angezeigt werden. Der Fehlercode des zuletzt aufgetretenen Fehlers wird in Objekt 0x1003, Subindex 1 hinterlegt, die Anzahl der Fehler im Subindex 0. Im Moment des Auftretens wird ein Fehler durch eine EMCY-Nachricht signalisiert. Die Fehlerliste wird nur durch Schreiben des Wertes „0“ auf Objekt 1003h Subindex 0 gelöscht, oder nach einem Neustart des Mess-Systems.

Bit	Bedeutung
0	Allgemeiner Fehler
1	0
2	Versorgungsspannung
3	Temperatur
4	Kommunikationsfehler (Überlauf, Fehlerstatus)
5	0
6	0
7	Herstellerspezifisch

14.3.3 Herstellerspezifisches Fehlerfeld, Bytes 3 – 7

Die Bytes 3 und 4 in der Emergency-Meldung für die `Modul-Nr.` und `Fehler-Nr.` stehen für interne System-Kodierungen und können bei Auftreten zur Fehleranalyse an die Firma TR Electronic übermittelt werden.

Das Byte 7 in der Emergency-Meldung für die `Sensor-Nr.` ist folgendermaßen aufgeschlüsselt:
0x00: Alle Sensoren fehlerhaft
0x01: Sensor 1 = Master-Kanal, NICHT-sicherheitsgerichtet ist fehlerhaft
0x02: Sensor 2 = Slave-Kanal, NICHT-sicherheitsgerichtet ist fehlerhaft
0x03: Sensor 3 = sicherheitsgerichteter Kanal ist fehlerhaft
0x04: Sensor 4 = Zusatzschnittstelle ist fehlerhaft

Die Bytes 5 und 6 in der Emergency-Meldung für die `Fehler-Klasse` sind nachfolgend aufgeführt:

Fehler-Klasse	Bedeutung	Abhilfe
0x0000	**Kein Fehler** Normalzustand	- **INFO**: Gilt, wenn alle restlichen Bytes im `Herstellerspezifischen Fehlerfeld` (Bytes 3-4, 7), sowie das `Fehlerregister` Objekt 1001h (Byte 2) und das `Vordefinierte Fehlerfeld` Objekt 1003h (Bytes 0-1) auf 0 gesetzt sind.
0x0002	**Unterspannung 24 V** Die Versorgungsspannung liegt unterhalb der Toleranzgrenze.	- Der für die Artikel-Nr. spezifizierte Versorgungsspannungsbereich muss eingehalten werden.
0x0003	**Überspannung 24 V** Die Versorgungsspannung liegt oberhalb der Toleranzgrenze.	- Der für die Artikel-Nr. spezifizierte Versorgungsspannungsbereich muss eingehalten werden.

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: Herstellerspezifisches Fehlerfeld

Fehler-Klasse	Bedeutung	Abhilfe
0x0005	**Übertemperatur** Die Ausgangsstufe ist überlastet und wird zu heiß.	- Der für die Artikel-Nr. spezifizierte Umgebungstemperaturbereich muss eingehalten werden.
0x2000	**Prozessoreinheit – CPU** Fehler in der prozessorinternen Hardware-Diagnose.	- Systemneustart durchführen
0x2001	**Prozessoreinheit – Querkommunikation** Fehler in der Querkommunikation zwischen den beiden Abtastkanälen Partnerkanal.	- Es ist eine Fehler-Quittierung gemäß Kap. 13 auf Seite 141 durchzuführen. - Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2002	**Prozessoreinheit – Sensorkommunikation** Fehler in der Datenübertragung zwischen Sensor und CAN-Schnittstelle.	- Es ist eine Fehler-Quittierung gemäß Kap. 13 auf Seite 141 durchzuführen. - Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2003	**Ablauf – Kreuzdatenvergleich** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Überprüfen, ob der eingestellte Wert für den Parameter `Window Increments` für die Automatisierungsaufgabe geeignet ist. Siehe Kap. „Subindex 10: Window Increments“ auf Seite 96. - Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2004	**ST-Abtastung - Kanal 1** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2005	**MT-Abtastung - Kanal 1** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2006	**ST-Abtastung - Kanal 2** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2007	**MT-Abtastung - Kanal 2** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2009	**Hardware – Gebrauchsdauer** Das Ende des Gebrauchsdauer-Intervals ist erreicht.	- Das Gerät muss einem Proof-Test beim Hersteller unterzogen werden.
0x200A	**Ablauf - Preset-Justage** Die Preset-Justage ist fehlerhaft.	- Der sicherheitsgerichtete Justage-Vorgang muss wiederholt werden.
0x200B	**Ablauf – Konfiguration** Fehler bei der Initialisierung der Konfigurationsdaten der Anwendung aus dem Konfigurationsspeicher.	- Produkt-Support kontaktieren.
0x200C	**Prozessoreinheit – Speicher** Die interne Hardware-Diagnose hat einen Fehler in den internen Speicherbereichen aufgedeckt.	- Es ist ein Systemneustart erforderlich. - Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x200D	**Ablauf – Parameterprüfung** Die Geräteparametrierung ist fehlerhaft.	- Alle Parameter in der Gerätekonfiguration überprüfen -> korrekte Parameter übertragen.

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: Herstellerspezifisches Fehlerfeld

Fehler-Klasse	Bedeutung	Abhilfe
0x200E	**Prozessoreinheit – Programmablauf** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Systemneustart durchführen.
0x200F	**MT-Abtastung – Getriebe** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.
0x2013	**Ablauf – Skalierung** Die interne Hardware-Diagnose hat eine Bewegung der Welle im ausgeschalteten Zustand erkannt, die außerhalb des gültigen Überwachungsbereich liegt. Überwachungsbereich (SIL2 = 3200 Umdrehungen, SIL3 = 320 Umdrehungen).	- Aktuelle Prozessdaten auf Richtigkeit überprüfen. Um den Alarm zu löschen, muss eine Preset-Justage durchgeführt werden.
0x2015	**Prozessoreinheit – Reset** Fehler in der prozessorinternen Hardware-Diagnose.	- Systemneustart durchführen.
0x2016	**Prozessoreinheit – Partnerkanal** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Der Partnerkanal ersetzt den aktuellen Prozessdatenwert des Messkanals.
0x2017	**Fehler im RLS-Modul** (ReflexLichtSchranke)	- Systemneustart durchführen.
0x2018	**Ablauf - FSCP-Kommunikation** Das Gerät befindet sich im fehlersicheren Zustand.	- Systemneustart durchführen.
0x2019	**Geschwindigkeit** Mechanisch zulässige Drehzahl von 6600 U/min wurde überschritten	- Damit das Mess-System nicht mechanisch beschädigt wird, muss die aktuelle Drehzahl auf ≤ 6000 1/min reduziert werden.
0x201A	**Temperatur** Intern zulässge Warntemperatur von 105 °C wurde überschritten	- Damit das Mess-System nicht thermisch beschädigt wird, muss die aktuelle Umgebungstemperatur auf ≤ 85 °C reduziert werden.
0x4001	**CAN - Schnittstelle** Sicherheitsgerichteter Fehler (Own Prozessor)	- Systemneustart durchführen.
0x4002	**CAN - Schnittstelle** Sicherheitsgerichteter Fehler (Remote Prozessor)	- Systemneustart durchführen.
0x4003	**CAN - Schnittstelle** Fehler in der prozessorinternen Feldbus-Hardware-Diagnose.	- Systemneustart durchführen.

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14.4 Alarm-Meldungen

14.4.1 CiA DS406 – Mode

Über das Objekt 6503h werden zusätzlich zur Emergency-Meldung weitere Alarm-Meldungen ausgegeben. Das entsprechende Fehlerbit wird gelöscht, wenn der Fehler nicht mehr anliegt.

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 0 = 1, Positionsfehler	Ausfall von Abtastelementen im Mess-System	Versorgungsspannung eventuell ausschalten, danach wieder einschalten. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahme wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
Bit 1 = 1, Inbetriebnahme-Diagnosefehler	In den für die Positionserfassung **bei Stillstand** zuständigen Abtastungskompo-nenten wurden Fehler erkannt.	

Tabelle 13: Alarm-Meldungen – CiA DS406 - Mode

14.4.2 TR-Mode

Über das Objekt 2211h werden zusätzlich zur Emergency-Meldung weitere Alarm-Meldungen ausgegeben.

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 0 = 1, Skalierungsfehler	Die interne Hardware-Diagnose hat eine Bewegung der Welle im ausgeschalteten Zustand erkannt, die außerhalb des gültigen Überwachungsbereich liegt. Überwachungsbereich (SIL2 = 3200 Umdrehungen, SIL3 = 320 Umdrehungen).	- Aktuelle Prozessdaten auf Richtigkeit überprüfen. Um den Alarm zu löschen, muss eine Preset-Justage durchgeführt werden.

Tabelle 14: Alarm-Meldungen – TR-Mode

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

14.5 Warn-Meldungen

14.5.1 CiA DS406 – Mode

Über das Objekt 6505h werden im CiA DS406-Mode gerätebezogene Warn-Meldungen ausgegeben:

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 1 = 1, Lichtsteuerungsreserve	Optische Abtastung außerhalb des Normbereichs	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt- Support zu kontaktieren.
Bit 6 = 1, Geschwindigkeitsbereich (NICHT-sicherheitsgerichtet)	Aktuelle Geschwindigkeit hat den Darstellungsbereich entweder unter- bzw. überschritten.	- Geschwindigkeit reduzieren - Auflösung der Geschwindigkeit über `Objekt 6031h: Speed parameter` entsprechend anpassen.
Bit 12 = 1, Unterspannung	Mess-System hat eine Unterspannung im internen Versorgungsnetz erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen Produkt-Support kontaktieren.
Bit 13 = 1, Überspannung	Mess-System hat eine Überspannung im internen Versorgungsnetz erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen Produkt-Support kontaktieren.
Bit 14 = 1, Allgemeine Warnung	Nicht näher spezifizierte Warnung erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.

Tabelle 15: Warn-Meldungen – CiA DS406 - Mode

14.5.2 TR-Mode

Über das Objekt 2212h werden im TR-Mode gerätebezogene Warn-Meldungen ausgegeben:

Fehler	Ursache	Abhilfe
Bit 0 = 1, Lichtquelle	Optische Abtastung außerhalb des Normbereichs.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt- Support zu kontaktieren.
Bit 1 = 1, Unterspannung, intern	Mess-System hat eine Unterspannung im internen Versorgungsnetz erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen Produkt-Support kontaktieren.
Bit 2 = 1, Überspannung, intern	Mess-System hat eine Überspannung im internen Versorgungsnetz erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen Produkt-Support kontaktieren.
Bit 3 = 1, Unterspannung 24 V	Versorgungsspannung liegt unterhalb der Toleranzgrenze.	- Der für die Artikel-Nr. spezifizierte Versorgungsspannungsbereich muss eingehalten werden.
Bit 4 = 1, Überspannung 24 V	Versorgungsspannung liegt oberhalb der Toleranzgrenze.	- Der für die Artikel-Nr. spezifizierte Versorgungsspannungsbereich muss eingehalten werden.
Bit 5 = 1, Zulässige Geschwindigkeit	Mechanisch zulässige Drehzahl von 6600 1/min wurde überschritten.	- Damit das Mess-System nicht mechanisch beschädigt wird, muss die aktuelle Drehzahl auf ≤ 6000 1/min reduziert werden.
Bit 6 = 1, Temperatur	Intern zulässige Warntemperatur von 105 °C wurde überschritten.	- Damit das Mess-System nicht thermisch beschädigt wird, muss die aktuelle Umgebungstemperatur auf ≤ 85 °C reduziert werden.
Bit 15 = 1, Allgemeine Warnung	Nicht näher spezifizierte Warnung erkannt.	- Bei anhaltenden Problemen nach einem Systemneustart ist der Produkt-Support zu kontaktieren.

Tabelle 16: Warn-Meldungen – TR-Mode

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

15 Auslesen von Security Logs

Das Event Log dient der Erkennung von Manipulationen am Mess-System im Normalbetrieb. Der Anwender kann durch den azyklischen Datenaustausch, siehe unten, im Folgenden einen Initialzustand erfassen. Manipulationen werden dadurch erkannt, dass ein Vergleich des Initialzustands mit einem Momentan-Zustand bei wiederholten Auslesevorgängen Unterschiede ergibt. Das Zeitraster für die Wiederholungen bestimmen die Sicherheitsanforderungen der Anwendung.

Folgende Benutzereingriffe werden hierbei erfasst:
- Firmware Updates
- Parameteränderungen
- Änderungen der Node-ID

Die Benutzereingriffe werden vom Mess-System dokumentiert und gespeichert. Die dabei erzeugten Event Logs können über das Feldbussystem ausgelesen werden.

15.1 Auslesen über das TR CAN Device Tool

Eine einfache Möglichkeit die Event Logs aus dem Mess-System auszulesen stellt das TR Electronic - eigene Programm TR CAN Device TOOL dar, siehe Kapitel 6.2 auf Seite 48.

Nach dem Starten des TR CAN Device TOOLs sind die Reiter Wartung und danach Diagnose auf den Registerkarten anzuwählen. Über den Button Lesen können dann Logging Ereignisse und Diagnose-Daten ausgelesen werden.

15.2 Auslesen über Service-Daten-Objekt (SDO) Kommunikation

Der Parameter-Zugriff erfolgt dabei gemäß Kapitel 3.5, Seite 21 mit dem Objekt Index = 0x2200 und Subindex = 0.

Über ein SDO Schreibkommando mit dem Index = 0x2200 und Subindex = 0 wird das zu lesende Ereignis zunächst eingestellt:

Index	0x2200
Subindex	0
Datenformat	3 Bytes
Zugriff	schreiben
1 Byte	Sensor-Nr. (0x02)
2 Bytes	Eintrag Nr. (0xE000, 0xE010, 0xE020)

Anschließend wird über ein SDO Lesekommando mit dem Index = 0x2200 und Subindex = 0 der eingestellte Eintrag ausgelesen:

Index	0x2200
Subindex	0
Datenformat	35 Bytes
Zugriff	lesen
1 Byte	Sensor-Nr. (0x02)
2 Bytes	Eintrag Nr. (0xE000, 0xE010, 0xE020)
32 Bytes	Logging Ereignis

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Die Werte in den 32 Bytes der Logging Ereignisse werden im Big-Endian-Format abgelegt. Sie haben folgende Aufteilung:

Datenformat	32 Bytes
2 Bytes	Logging Ereignis-Nr. (0xE000, 0xE010, 0xE020)
2 Bytes	Zähler
4 Bytes	Ereignis-Info
2 Bytes	Firmware Version
3 Bytes	Zeit seit einschalten in 0,1s Einheiten
3 Bytes	Einschaltzähler
3 Bytes	Betriebsstunden in 0,1h Einheiten
9 Bytes	reserviert
4 Bytes	CRC-Wert

15.2.1 Ereignis „Firmware-Update“

Nach jedem Firmware-Update wird dieses Ereignis in einem Logging-Puffer gespeichert und der Ereigniszähler wird inkrementiert. Der Puffer kann über den Index `0x2200` oder das `TR CAN Device Tool` ausgelesen werden.

Logging Ereignis-Nr.: 0xE000
Zähler: Ereigniszähler
Ereignis-Info: 0: Update nicht erfolgreich beendet
1: Update erfolgreich beendet

15.2.2 Ereignis „Parameter Änderung“

Nach jedem Setzen von `Objekt 13FEh: Configuration valid` (Seite 72) wird geprüft, ob sich die Konfiguration geändert hat. Ist dies der Fall, wird in einem Logging-Puffer der aktuelle CRC-Wert über alle Parameter abgespeichert und der Ereigniszähler wird inkrementiert. Der Puffer kann über den Index `0x2200` oder das `TR CAN Device Tool` ausgelesen werden.

Logging Ereignis-Nr.: 0xE010
Zähler: Ereigniszähler
Ereignis-Info: CRC-Wert über alle Parameter

15.2.3 Ereignis „Änderung Node-ID“

Die Node-ID wird bei jedem Startup des Mess-Systems bestimmt. Ändert sich die Node-ID gegenüber dem letzten Startup, wird das Ereignis in einem Logging-Puffer gespeichert und der Ereigniszähler wird inkrementiert. Der Puffer kann über den Index `0x2200` oder das `TR CAN Device Tool` ausgelesen werden.

Logging Ereignis-Nr.: 0xE020
Zähler: Ereigniszähler
Ereignis-Info: Node-ID

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved Printed in the Federal Republic of Germany

16 Checkliste, Teil 2 von 2

Es wird empfohlen, die Checkliste bei der Inbetriebnahme, beim Tausch des Mess-Systems und bei Änderung der Parametrierung eines bereits abgenommenen Systems auszudrucken, abzuarbeiten und im Rahmen der System-Gesamtdokumentation abzulegen.

Checkliste Teil 1 von 2, siehe unter http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-D-0142

Dokumentationsgrund	Datum	bearbeitet	geprüft

Unterpunkt	zu beachten	zu finden unter	ja
Vorliegendes Benutzerhandbuch wurde gelesen und verstanden	–	Dokumenten-Nr.: TR-ECE-BA-D-0171	☐
Überprüfung, ob das Mess-System anhand der spezifizierten Sicherheitsanforderungen für die vorliegende Automatisierungsaufgabe eingesetzt werden kann	• Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit • Einhaltung aller technischen Daten	• Kapitel Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit, Seite 15 • Produktdatenblätter www.tr-electronic.de/s/S024610	☐
Versorgungsspannung	• Das verwendete Netzteil muss den spezifizierten Anforderungen genügen	• Kapitel Versorgungsspannung, Seite 37	☐
Ordnungsgemäße CANopen-Installation	• Einhaltung der für CANopen / CANopen Safety gültigen internationalen Normen bzw. von der CiA-Nutzerorganisation spezifizierten Richtlinien	• Kapitel Installation / Inbetriebnahmevorbereitung, ab Seite 35 • Kapitel Inbetriebnahme, Seite 47	☐
Nach Inbetriebnahme und Parameteränderungen - Systemtest - Validierung (Einstellungen - Achse)	• Bei der Inbetriebnahme und nach jeder Parameteränderung - müssen alle betroffenen Sicherheitsfunktionen überprüft werden - bei mehreren (gleichgearteten) Achsen muss sichergestellt werden, dass die Einstellungen auch an der gewünschten Achse vorgenommen worden sind	• Kapitel Einstellen der Node-ID und Baudrate, Seite 38 • Kapitel 10.9 Parametrierung betreffend CiA DS406-Profil, ab Seite 121 • Kapitel 10.9.1.2 Preset-Justage-Funktion CiA DS406-Profil, Seite 122 • Kapitel 10.2 Parametrierung betreffend TR-Profil, ab Seite 89 • Kapitel 10.2.11 Preset-Justage-Funktion TR-Profil, Seite 104	☐

Fortsetzung siehe folgende Seite

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

Fortsetzung: Checkliste, Teil 2 von 2

Unterpunkt	zu beachten	zu finden unter	ja
Preset-Justage-Funktion	● Es muss sichergestellt werden, dass die Preset-Justage-Funktion nicht unbeabsichtigt ausgelöst werden kann ● Nach Ausführung der Preset-Justage-Funktion muss vor Wiederanlauf die neue Position überprüft werden	● Kapitel 10.9.1.2 Preset-Justage-Funktion CiA DS406-Profil, Seite 122 ● Kapitel 10.2.11 Preset-Justage-Funktion TR-Profil, Seite 104	☐
Geräteaustausch	● Es muss sichergestellt werden, dass das neue Gerät dem ausgetauschten Gerät entspricht ● Alle betroffenen Sicherheits-funktionen müssen überprüft werden	● Sicherheitshandbuch (Checkliste Teil 1 von 2) ● Kapitel 10.9 Parametrierung betreffend CiA DS406-Profil, ab Seite 121 ● Kapitel 10.2 Parametrierung betreffend TR-Profil, ab Seite 89	☐

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved

17 Anhang

17.1 TÜV-Zertifikat

Download:

- CD_582M +FS02: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0344
- CD_582M +FS03: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0350

17.2 EU-Konformitätserklärung

Download:

- CD_582M +FS02: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0354
- CD_582M +FS03: www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0358

© TR Electronic GmbH 2023, All Rights Reserved