

# Absolut Encoder CD\_582

## EtherCAT/FSoE

**CDV582**



**CDH582 / CDS582**



Abbildungen ähnlich

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

- \_ Sicherheitshinweise
- \_ Gerätespezifische Kenndaten
- \_ Installation/Inbetriebnahme
- \_ Parametrierung
- \_ Fehlerursachen und Abhilfen

**Benutzerhandbuch  
Schnittstelle**

### **TR Electronic GmbH**

D-78647 Trossingen  
Eglshalde 6  
Tel.: (0049) 07425/228-0  
Fax: (0049) 07425/228-33  
E-mail: [info@tr-electronic.de](mailto:info@tr-electronic.de)  
[www.tr-electronic.de](http://www.tr-electronic.de)

#### **Urheberrechtsschutz**

---

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittenwendungen 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:	05.05.2025
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ECE-BA-D-0177 v05
Dateiname:	TR-ECE-BA-D-0177 v05.docx
Verfasser:	MÜJ

---

#### **Schreibweisen**

---

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

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

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

---

#### **Marken**

---

EtherCAT® and Safety over EtherCAT® are registered trademarks and patented technologies, licensed by Beckhoff Automation GmbH, Germany.

Alle anderen genannten Produkte, Namen und Logos dienen ausschließlich Informationszwecken und können Warenzeichen ihrer jeweiligen Eigentümer sein, ohne dass eine besondere Kennzeichnung erfolgt.

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Änderungs-Index .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>7</b>
1.1 Geltungsbereich.....	7
1.2 Referenzen .....	8
1.3 Verwendete Abkürzungen und Begriffe .....	9
1.4 Hauptmerkmale .....	11
1.5 Prinzip der Sicherheitsfunktion .....	12
<b>2 Sicherheitshinweise .....</b>	<b>13</b>
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition.....	13
2.2 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit.....	14
2.2.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen.....	14
<b>3 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung .....</b>	<b>15</b>
3.1 Grundsätzliche Regeln .....	15
3.2 EtherCAT Übertragungstechnik, Kabelspezifikation .....	16
3.3 Anschlusshinweise .....	17
3.3.1 Versorgungsspannung.....	17
3.3.2 Optionale Zusatzschnittstellen (Inkremental, SSI).....	17
3.4 FSoE-Adresse einstellen .....	18
3.5 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle (optional) .....	19
3.5.1 Signalverläufe .....	20
3.5.2 HTL- / TTL - Pegel (optional) .....	21
3.6 SSI-Schnittstelle (optional) .....	23
3.6.1 Signalverlauf .....	23
3.6.2 Kabellängen .....	25
<b>4 Inbetriebnahme .....</b>	<b>26</b>
4.1 EtherCAT / FSoE .....	26
4.2 Gerätebeschreibungsdatei (XML).....	26
4.3 Bus-Statusanzeige.....	27
4.3.1 Anzeigezustände und Blinkfrequenz .....	27
4.3.2 LED1, FSoE Status.....	28
4.3.3 LED2, Net Run.....	28
4.3.4 LED3/4, EtherCAT IN/OUT – Link/Activity.....	28
4.4 Inbetriebnahme über Beckhoff Steuerungssystem.....	28
4.5 Inbetriebnahme über Berghof Steuerungssystem.....	28
<b>5 Aufbau der Prozessdaten .....</b>	<b>29</b>
5.1 Sicherheitsgerichtete Prozessdaten .....	29
5.1.1 Eingangsdaten .....	30
5.1.1.1 SafeStatus .....	30
5.1.1.2 Safe absolute position .....	31

5.1.1.3 Safe speed value .....	31
5.1.2 Ausgangsdaten .....	32
5.1.2.1 SafeControl .....	32
5.1.2.2 Safe preset value .....	32
5.1.3 Preset-Justage-Funktion .....	33
5.1.3.1 Timing Diagramm .....	34
5.2 NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten .....	35
5.2.1 Eingangsdaten .....	36
5.2.1.1 Status Bits (Statusbyte) .....	36
5.2.1.2 Position .....	37
5.2.1.3 Speed .....	37
5.2.2 Ausgangsdaten .....	38
5.2.2.1 Control Bits (Steuerbyte) / Preset-Justage-Funktion .....	38
5.2.2.2 Preset .....	38
<b>6 EtherCAT – Objektverzeichnis .....</b>	<b>39</b>
6.1 CoE kommunikationsspezifische Objekte (CiA DS-301) .....	39
6.2 Herstellerspezifische Objekte .....	40
6.2.1 Objekt 2040h: Parameter grey .....	41
6.2.1.1 Subindex 1: Rotational direction grey .....	41
6.2.1.2 Subindex 2, 3, 4: Skalierungsparameter .....	42
6.2.1.3 Subindex 5: Speed format grey .....	45
6.2.1.4 Subindex 6: Speed factor grey .....	45
6.2.1.5 Subindex 7: Speed integration time grey .....	46
6.2.1.6 Subindex 8: Speed filter intensity grey .....	47
6.2.1.7 Subindex 9: Speed filter type grey .....	47
6.2.1.8 Subindex 10: Position replacement grey .....	47
6.2.1.9 Subindex 11: Parameter coupled to safe .....	48
6.2.2 Objekt 2220h: TR safe state simulation .....	48
6.2.3 OPTION: Zweitschnittstelle .....	49
6.2.3.1 Objekt 2500h: ITF2_SSI_Parameter .....	49
6.2.3.1.1 Subindex 1: SSI_Source .....	49
6.2.3.1.2 Subindex 2: SSI_Code .....	49
6.2.3.1.3 Subindex 3: SSI_Databits .....	50
6.2.3.1.4 Subindex 4: SSI_Monotime .....	50
6.2.3.1.5 Subindex 5: SSI_Statusbits .....	50
6.2.3.1.6 Subindex 6: SSI_Lifecounterbits .....	51
6.2.3.1.7 Subindex 7: SSI_CRC_Length .....	51
6.2.3.2 Objekt 2520h: ITF2_Incr_Parameter .....	52
6.2.3.2.1 Subindex 1: Incr_Steps .....	52
6.2.4 Objekt 2707h: Firmwareinfo .....	52
6.2.5 Objekt 2736h: Update Time .....	53
6.2.6 Objekt 2738h: Update History .....	53
6.2.7 Objekt 2739h: Customer Date .....	53
6.2.8 Objekt 3000h: Status Universal .....	53
6.2.9 Objekt 3001h: Cycle Time Bus .....	54
6.2.10 Objekt 3002h: Cycle Time Encoder .....	54
6.2.11 Objekt 3010h: Status Bits .....	54
6.2.12 Objekt 3011h: Speed .....	55
6.2.13 Objekt 3012h: Position .....	55
6.2.14 Objekt 3100h: Control Bits .....	56
6.2.15 Objekt 3101h: Preset .....	56
6.3 Profilspezifische Objekte .....	57
6.3.1 Objekt 6000h: Operating parameters .....	58
6.3.2 Objekt 6004h: Position value .....	58

6.3.3 Objekt 6500h: Operating status .....	59
6.3.4 Objekt 6501h: Single-turn resolution .....	59
6.3.5 Objekt 6502h: Number of distinguishable revolutions .....	59
6.3.6 Objekt 6800h: FSoE Slave Frame Elements .....	60
6.3.7 Objekt 6801h: FSoE Slave Frame Data (16-Bit/32-Bit) .....	60
6.3.8 Objekt 7000h: FSoE Master Frame Elements .....	61
6.3.9 Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data (16-Bit/32-Bit) .....	61
6.3.10 Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen .....	62
6.3.10.1 Subindex 1: SIL Level .....	62
6.3.10.2 Subindex 2: Rotational direction .....	63
6.3.10.3 Subindex 3, 4, 5: Skalierungsparameter .....	63
6.3.10.4 Subindex 6: Speed format .....	67
6.3.10.5 Subindex 7: Speed factor .....	67
6.3.10.6 Subindex 8: Speed integration time .....	68
6.3.10.7 Subindex 9: Speed filter intensity .....	69
6.3.10.8 Subindex 10: Speed filter type .....	69
6.3.10.9 Subindex 11: Window increments .....	70
6.3.11 Objekt F980h: Safe Address .....	70
<b>7 Rücksetzen der Geräte-Parameter .....</b>	<b>71</b>
<b>8 Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte) .....</b>	<b>72</b>
<b>9 Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten .....</b>	<b>73</b>
9.1 Optische Anzeigen .....	73
9.1.1 Link / Activity LEDs .....	73
9.1.2 FSoE Status LED .....	73
9.2 Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm .....	75
9.3 Herstellerspezifische Diagnose (EtherCAT-Objekt) .....	76
<b>10 Checkliste, Teil 2 von 2 .....</b>	<b>77</b>
<b>11 Anhang .....</b>	<b>78</b>
11.1 TÜV-Zertifikate .....	78
11.2 EtherCAT-Zertifikat .....	78
11.3 Safety over EtherCAT - Zertifikat .....	78
11.4 EU-Konformitätserklärungen .....	78

# Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	07.03.2024	00
„Net Status“ zu „Net Run“ geändert	30.04.2024	01
- Neue Objekte hinzugefügt: 0x6000, 0x6004, 0x6500, 0x6501, 0x6502 und 0x2220 - Neues Modul hinzugefügt: FSoE 16 bit	15.05.2024	02
„Adress-Korrektur“	14.08.2024	03
Korrektur im Statusbyte: „Gekoppelter Istwert“ Bit 2 <sup>6</sup> -> Bit 2 <sup>5</sup>	17.04.2025	04
- Inbetriebnahme über Beckhof und Berghof Steuerungssysteme hinzugefügt - Neue Gerätebeschreibungsdatei für Berghof Steuerungssystem	05.05.2025	05

# 1 Allgemeines

Das vorliegende schnittstellenspezifische Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Sicherheitshinweise
- Gerätespezifische Kenndaten
- Installation/Inbetriebnahme
- Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen


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 nachfolgendem Typenschlüssel mit **EtherCAT** Schnittstelle und **FSoE** Protokoll:

* 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 W	Vollwelle Hohlwelle Sacklochwelle Seilzugbox (wire)
* 4	582	Außendurchmesser Ø 58 mm, 2.Generation
* 5	M S	Multiturn Singleturn
* 6	-	Fortlaufende Nummer

\* = Platzhalter

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

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- siehe Kapitel „Mitgeltende Dokumente“ im Sicherheitshandbuch <http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-BA-D-0142>
- Produktdatenblätter <https://www.tr-electronic.de/s/S025874>

## 1.2 Referenzen

1.	ETG.1000.1 – 6	EtherCAT Technology Group (ETG): EtherCAT-Spezifikation
2.	ETG.1600, V1.0.4	EtherCAT Technology Group (ETG): Installationsrichtlinie
3.	ETG.5100, V1.2.0	EtherCAT Technology Group (ETG): Safety over EtherCAT, Protokoll-Spezifikation
4.	ETG.5120, V1.3.0	EtherCAT Technology Group (ETG): Safety over EtherCAT, Protokoll-Erweiterungen
5.	EN 50325-4	Industrielle-Kommunikations-Systeme, basierend auf ISO 11898 (CAN) für Controller-Device Interfaces. Teil 4: CANopen
6.	CiA DS-301	CANopen Kommunikationsprofil auf CAL basierend
7.	CiA DS-406	CANopen Profil für Encoder
8.	IEC 61158-1 - 6	Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Protokolle und Dienste, Typ 12 = EtherCAT
9.	IEC 61784-2	Digital data communications for measurement and control - Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications, 12 = EtherCAT
10.	IEC 61784-3	Industrial communication networks - Profiles - Part 3: Functional safety fieldbuses- General rules and profile definitions
11.	IEC 61784-5-12	Industrial communication networks - Profiles - Part 5-12: Installation of fieldbuses - Installation profiles for CPF 12
12.	IEC 61918	Industrial communication networks - Installation of communication networks in industrial premises
13.	ISO/IEC 8802-3	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications
14.	ISO 15745-4 AMD 2	Industrial automation systems and integration - Open systems application integration framework - Part 4: Reference description for Ethernet-based control systems; Amendment 2: Profiles for Modbus TCP, EtherCAT and ETHERNET Powerlink
15.	IEEE 1588-2002	IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems

### 1.3 Verwendete Abkürzungen und Begriffe

0x	Hexadezimale Darstellung
A**582*	Explosionsschutzgehäuse Ø 58 mm mit eingebautem Mess-System, alle Varianten
CAN	Controller Area Network. Datenstrecken-Schicht-Protokoll für serielle Kommunikation, beschrieben in der ISO 11898.
CAT	Category: Einteilung von Kabeln, die auch bei Ethernet verwendet wird.
CD_	Absolut-Encoder mit redundanter Doppelabtastung, alle Ausführungen
CiA	CAN in Automation. Internationale Anwender- und Herstellervereinigung e.V.: gemeinnützige Vereinigung für das Controller Area Network (CAN).
CoE	CANopen over EtherCAT
DC <sub>avg</sub>	<b>D</b> iagnostic <b>C</b> overage Durchschnittlicher Diagnosedeckungsgrad
EU	<b>E</b> uropäische <b>U</b> nion
EMV	<b>E</b> lektro- <b>M</b> agnetische- <b>V</b> erträglichkeit
ESM	<b>E</b> therCAT <b>S</b> tate <b>M</b> achine
ETG	Anwendervereinigung „ <b>E</b> therCAT <b>T</b> echnology <b>G</b> roup“
FSoE	Safety over EtherCAT
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
IP	<b>I</b> nternet <b>P</b> rotocol
ISO	<b>I</b> nternational <b>S</b> tandard <b>O</b> rganisation
MTTF <sub>d</sub>	<b>M</b> ean <b>T</b> ime <b>T</b> o <b>F</b> ailure (dangerous) Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall
NMT	Network 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.
PDU	<b>P</b> rotocol <b>D</b> ata <b>U</b> nit. Enthält Protokoll-Informationen wie Quell- und Ziel-Adresse, Checksumme und Serviceparameter Informationen
PFD <sub>av</sub>	<b>A</b> verage <b>P</b> robability of <b>F</b> ailure on <b>D</b> emand Mittlere Versagenswahrscheinlichkeit einer Sicherheitsfunktion bei niedriger Anforderung
Safe-Daten (FailSafeData)	Bei einer sicherheitsgerichteten Peripherie mit Ausgängen werden vom sicherheitsgerichteten System im Fehlerfall statt der vom Sicherheitsprogramm im Prozessabbild bereitgestellten Ausgabewerte Ersatzwerte (z.B. 0) zu den fehlersicheren Ausgängen übertragen.

Fortsetzung

PFH	Probability of Failure per Hour Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder kontinuierlicher Anforderung. Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde.
SDO	Service Data Object. Punkt-zu-Punkt Kommunikation mit Zugriff auf die Objekt-Datenliste eines Gerätes.
SIL	<b>S</b> afety <b>I</b> ntegrity <b>L</b> 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.
STP	<b>S</b> hielded <b>T</b> wisted <b>P</b> air
Wiederholungsprüfung (proof test)	Wiederkehrende Prüfung zur Aufdeckung von versteckten gefahrbringenden Ausfällen in einem sicherheitsbezogenen System.
XML	<b>E</b> xtensible <b>M</b> arkup <b>L</b> anguage, Beschreibungsdatei für die Inbetriebnahme des Mess-Systems.

## 1.4 Hauptmerkmale

- EtherCAT - Schnittstelle mit FSoE-Protokoll, zur Übergabe einer sicheren Position und Geschwindigkeit
- Schneller Prozessdatenkanal über EtherCAT, nicht sicherheitsgerichtet
- 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:  
Kanal 1, Mastersystem:  
optische Single-Turn-Abtastung über Codescheibe mit Durchlicht und magnetische Multi-Turn-Abtastung  
Kanal 2, Prüfsystem:  
magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
  - Variante 2:  
Kanal 1, Mastersystem:  
magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung  
Kanal 2, Prüfsystem:  
magnetische Single- und Multi-Turn-Abtastung
- Eine gemeinsame Antriebswelle

Die Daten des <sup>1)</sup>„führenden Abtastsystems“ werden im nicht sicherheitsgerichteten Prozessdatenkanal im Standard EtherCAT-Frame ungeprüft, aber mit kleiner Zykluszeit zur Verfügung gestellt.

Das Prüfsystem dient der internen Sicherheitsüberprüfung. Die durch zweikanaligen Datenvergleich erhaltenen „sicheren Daten“ werden als Safety-Container in die Prozessdaten der zyklischen Kommunikation eingebettet und ebenfalls über den EtherCAT zur Verfügung gestellt. Über einen FSoE-Masterframe eingeleitet, antwortet das Mess-System mit einem FSoE-Slaveframe und übergibt die sicheren Eingangsdaten an den FSoE-Master.

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

---

<sup>1)</sup> optische/magnetische Variante: Istwert des optischen Systems  
magnetische/magnetische Variante: Istwert des zweiten Kanals

### 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 FSoE-Frame über EtherCAT an den FSoE-Master übergibt
- das Mess-System im Fall eines fehlgeschlagenen Kanalvergleiches oder anderen durch interne Diagnosemechanismen erkannten Fehlern, den Safety-Kanal 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

---

## 2 Sicherheitshinweise

### 2.1 Symbol- und Hinweis-Definition



bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten wird, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.

---



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.

---

## 2.2 Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit

Das Mess-System trifft keine Entscheidung über valide Bewegungszustände der Anlage, in der es eingesetzt wird. Die Anlage muss die Konsistenz zwischen der Positionsinformation des Mess-Systems und der erwarteten Bewegung der Anlage prüfen.

Der **FSoE-Master**, an welchem das Mess-System angeschlossen wird, muss nachfolgende Sicherheitsüberprüfungen vornehmen.

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

Kann aufgrund eines vom Mess-System erkannten Fehlers keine sichere Position ausgegeben werden, wird der Safety-Kanal in den `FailSafeData`-Zustand versetzt und automatisch in den fehlersicheren Zustand überführt, Safety Status-LED = rot. In diesem Zustand werden über den Safety-Kanal so genannte „Safe-Daten“ ausgegeben. Siehe hierzu auch Kapitel „Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte)“ auf Seite 72.



Fehlersichere Zustand aus Sicht des Mess-Systems:

- Safety-Zustand: `FailSafeData`
- Safety-Frame: Daten werden auf 0 gesetzt

**Beim Empfang von Safe-Daten muss der FSoE-Master die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Dieser Fehlerzustand kann nur durch Beseitigung des Fehlers und anschließender Fehler-Quittierung verlassen werden, siehe Kapitel „Fehlerquittierung“ auf Seite 75.**

Der über Standard-EtherCAT ansprechbare Prozessdatenkanal ist davon nicht unbedingt betroffen. Erkennt die interne Diagnose im führenden Kanal keinen Fehler, so werden die Prozessdaten weiterhin ausgegeben.

### 2.2.1 Zwingende Sicherheitsüberprüfungen / Maßnahmen

Maßnahmen bei der Inbetriebnahme, Änderungen	Fehlerreaktion
Applikationsabhängige Parametrierung der Safety-Parameter, siehe Kapitel „Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen“ auf Seite 62.	–
Bei Parameteränderungen überprüfen, ob die Maßnahme wie gewünscht ausgeführt wird.	STOPP

Überprüfung durch FSoE-Master	Fehlerreaktion
Zyklische Konsistenzüberprüfung der aktuellen sicherheitsgerichteten Safety Daten zu den vorherigen Daten.	STOPP
Konsistenzüberprüfung zwischen Safety Positionsinformation des Mess-Systems und der Bewegung der Anlage.	STOPP
Überwachung der zyklischen Safety Daten.	PDU-Command = FailSafeData -> STOPP
FSoE-Watchdog Time: Überwachung der Mess-System - Antwortzeit. Zur Überprüfung von z.B. Kabelbruch, Spannungsausfall usw. Der erlaubte Maximal-Wert für den FSoE-Watchdog beträgt 65535 ms.	STOPP

## 3 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

### 3.1 Grundsätzliche Regeln

#### **WARNUNG**

#### *Außerkräftsetzen der Sicherheitsfunktion durch leitungsgebundene Störquellen!*

- Alle am Bus eingesetzten FSoE-Geräte müssen ein EtherCAT- und ein FSoE-Zertifikat besitzen.
- Alle sicherheitsgerichteten Geräte 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.
- 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.
- 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.

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*

- *ETG.1600 EtherCAT Installationsrichtlinie*
- *IEC 60204-1*
- *und die darin referenzierten Normen und Richtlinien zu beachten!*

*Insbesondere ist die EMV-Richtlinie in der gültigen Fassung zu beachten!*

---

### 3.2 EtherCAT Übertragungstechnik, Kabelspezifikation

Die sicherheitsgerichtete FSoE-Kommunikation wird in das Standardprotokoll von EtherCAT eingebettet und über das gleiche Netzwerk übertragen.

EtherCAT unterstützt Linien-, Baum- oder Sternstrukturen. Die bei den Feldbussen eingesetzte Bus- oder Linienstruktur wird damit auch für Ethernet verfügbar. Dies ist besonders praktisch bei der Anlagenverdrahtung, da eine Kombination aus Linie und Stickleitungen möglich ist.

Für die Übertragung nach dem 100Base-TX Fast Ethernet Standard sind Patch-Kabel der Kategorie STP CAT5 zu benutzen (2 x 2 paarweise verdrehte und geschirmte Kupferdraht-Leitungen). Die Kabel sind ausgelegt für Bitraten von bis zu 100 MBit/s. Da das Mess-System die „Auto-Crossover-Funktion“ unterstützt, können sowohl gekreuzte als auch ungekreuzte Kabel verwendet werden. Die Übertragungsgeschwindigkeit wird vom Mess-System automatisch erkannt und muss nicht durch Schalter eingestellt werden.

Eine EtherCAT-Adressierung über Schalter ist ebenfalls nicht notwendig, diese wird automatisch durch die Adressierungsmöglichkeiten des EtherCAT-Masters vorgenommen.

Die Kabellänge zwischen zwei Teilnehmern darf max. 100 m betragen, insgesamt sind 65535 Teilnehmer im EtherCAT-Netzwerk möglich.

### 3.3 Anschlusshinweise

Die Steckerbelegung ist abhängig von der Geräteausführung und ist deshalb bei jedem Mess-System auf dem Typenschild als Steckerbelegungsnummer vermerkt. Bei der Auslieferung des Mess-Systems wird jeweils eine gerätespezifische Steckerbelegung in gedruckter Form beigelegt.

Download

<http://www.tr-electronic.de/service/downloads/steckerbelegungen.html>

---

#### **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.

---

#### 3.3.1 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<sup>2</sup> (empfohlen 0,5 mm<sup>2</sup>). Generell ist der Kabelquerschnitt mit der Kabellänge abzugleichen. Beim Einsatz in besonders empfindlichen EMV-Umgebungen wird der Einsatz einer geschirmten Leitung empfohlen.

#### 3.3.2 Optionale Zusatzschnittstellen (Inkremental, SSI)

Kabelspezifikation: min. 0.25 mm<sup>2</sup> und geschirmt.

Zur Sicherstellung der Signalqualität und zur Minimierung möglicher Umwelteinflüsse wird jedoch empfohlen, zusätzlich ein paarig verseiltes Kabel zu verwenden.

### 3.4 FSoE-Adresse einstellen

Jedes FSoE Slave-Gerät wird über eine systemweit eindeutige 16-Bit Safety-Adresse adressiert. Das Mess-System unterstützt jedoch nur einen einstellbaren Adressbereich von acht Bit: 1 bis 255.

Die eingestellte Safety-Adresse kann über das „Objekt F980h: Safe Address“ ausgelesen werden.

**⚠️ WARNUNG**

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

**ACHTUNG**

- Zugang zu den Adress-Schaltern nach den Einstellarbeiten mit der Verschluss-Schraube wieder sicher verschließen.

Die Safety-Adresse wird über zwei HEX-Drehschalter ( **B** ) eingestellt, welche nur im Einschaltmoment gelesen werden. Nachträgliche Einstellungen während des Betriebs werden daher nicht erkannt.

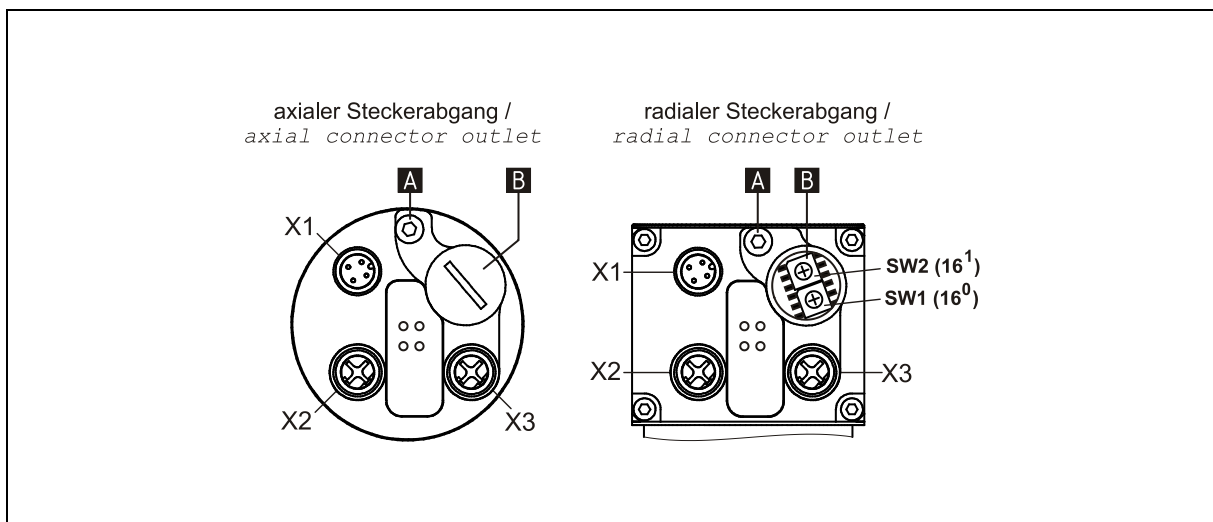


Abbildung 1: FSoE-Adresse, Schalterzuordnung

### 3.5 Inkremental Schnittstelle / SIN/COS Schnittstelle (optional)

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

Einstellbare Parameter, siehe Kapitel „Objekt 2520h: ITF2\_Incr\_Parameter“ auf Seite 52.

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.

### 3.5.1 Signalverläufe

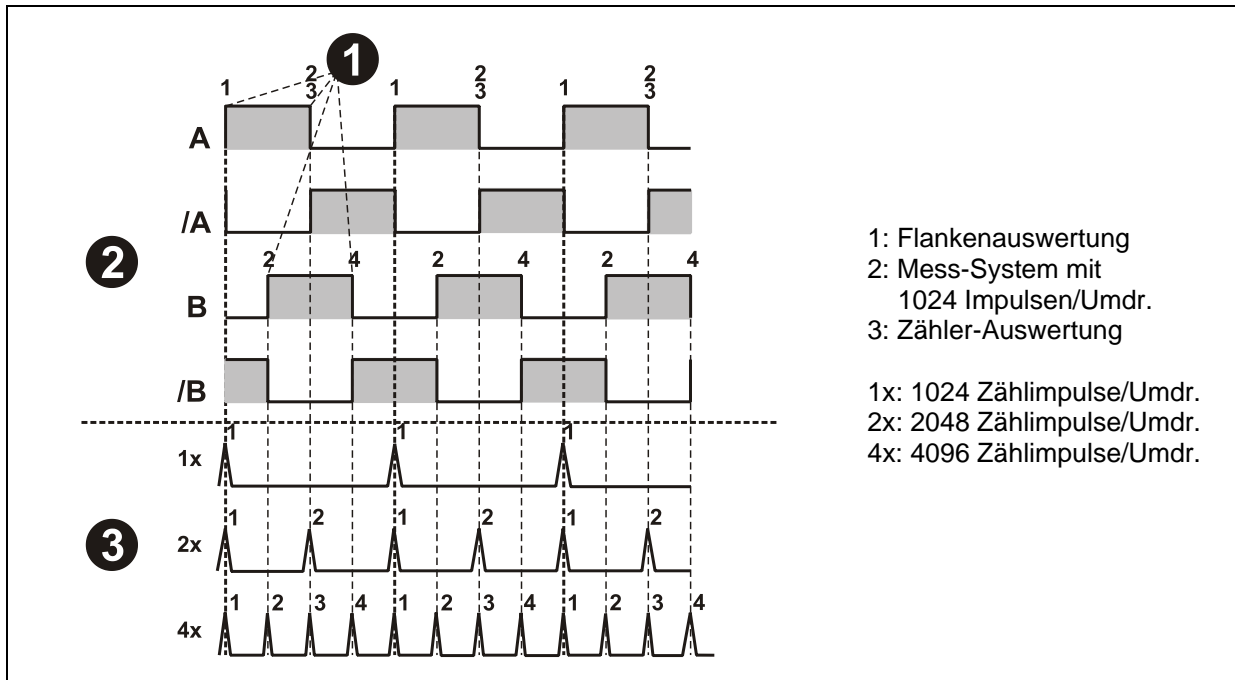


Abbildung 2: Zähler-Auswertung, Inkremental Schnittstelle

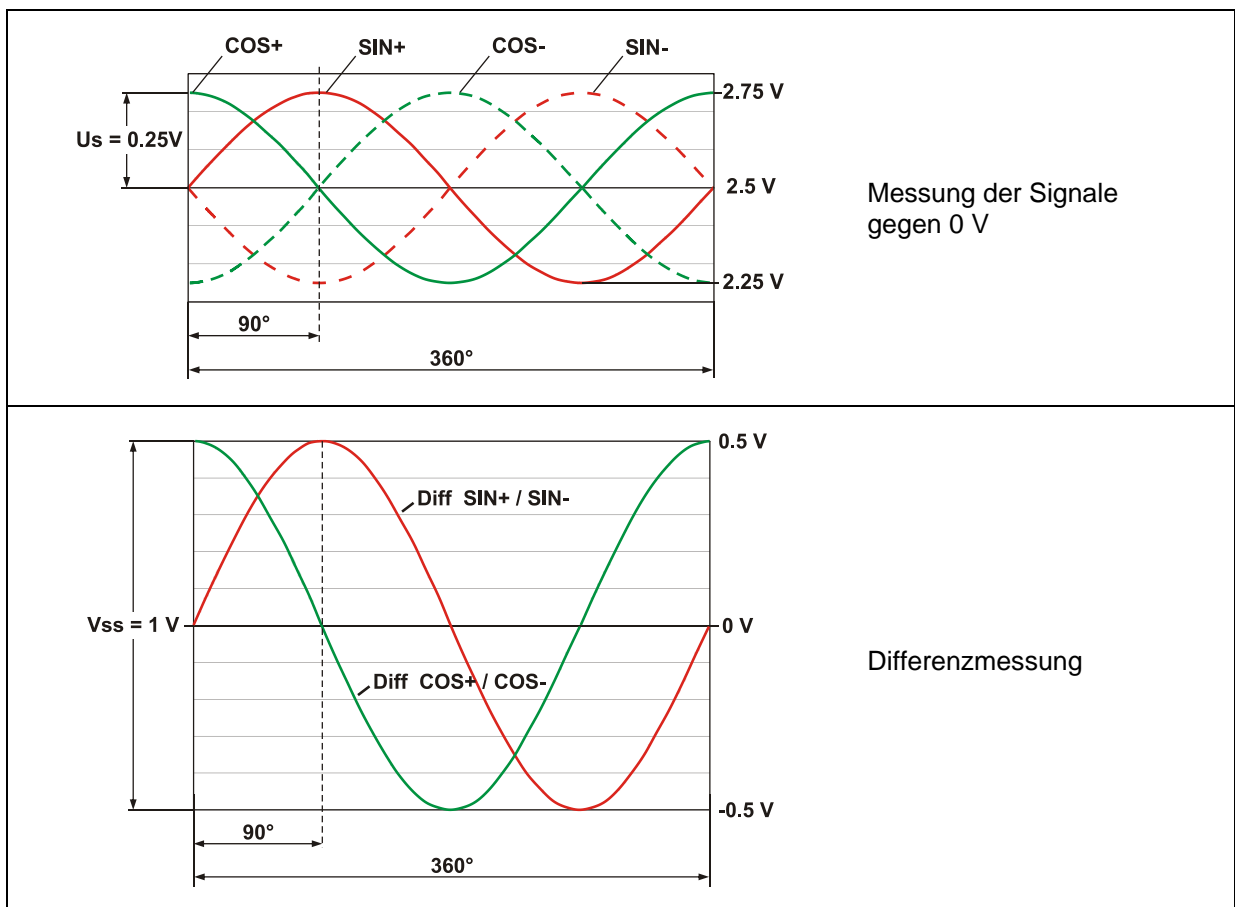


Abbildung 3: Pegeldefinition, SIN/COS Schnittstelle

### 3.5.2 HTL- / TTL - Pegel (optional)

Optional ist die Inkremental 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 Inkremental 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.

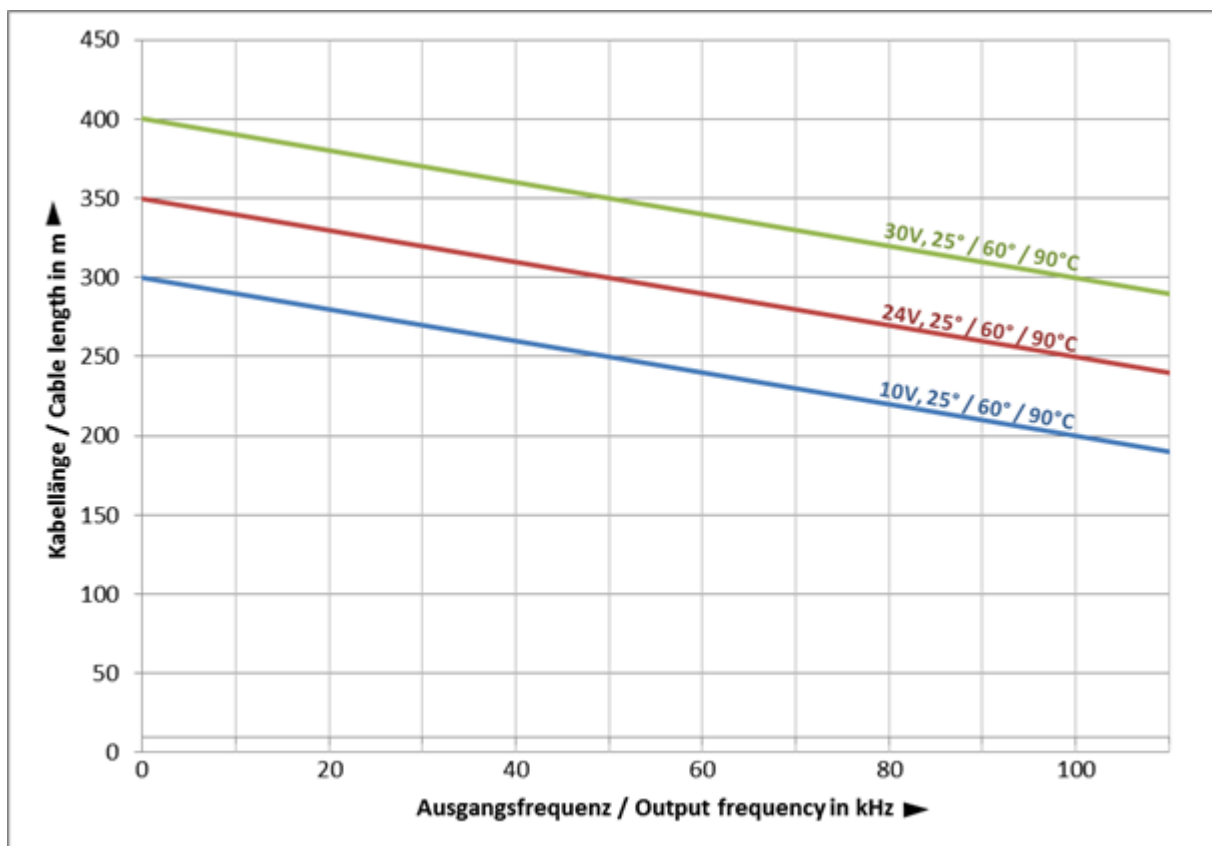


Abbildung 4: Kabellängen / Grenzfrequenzen, TTL-Version

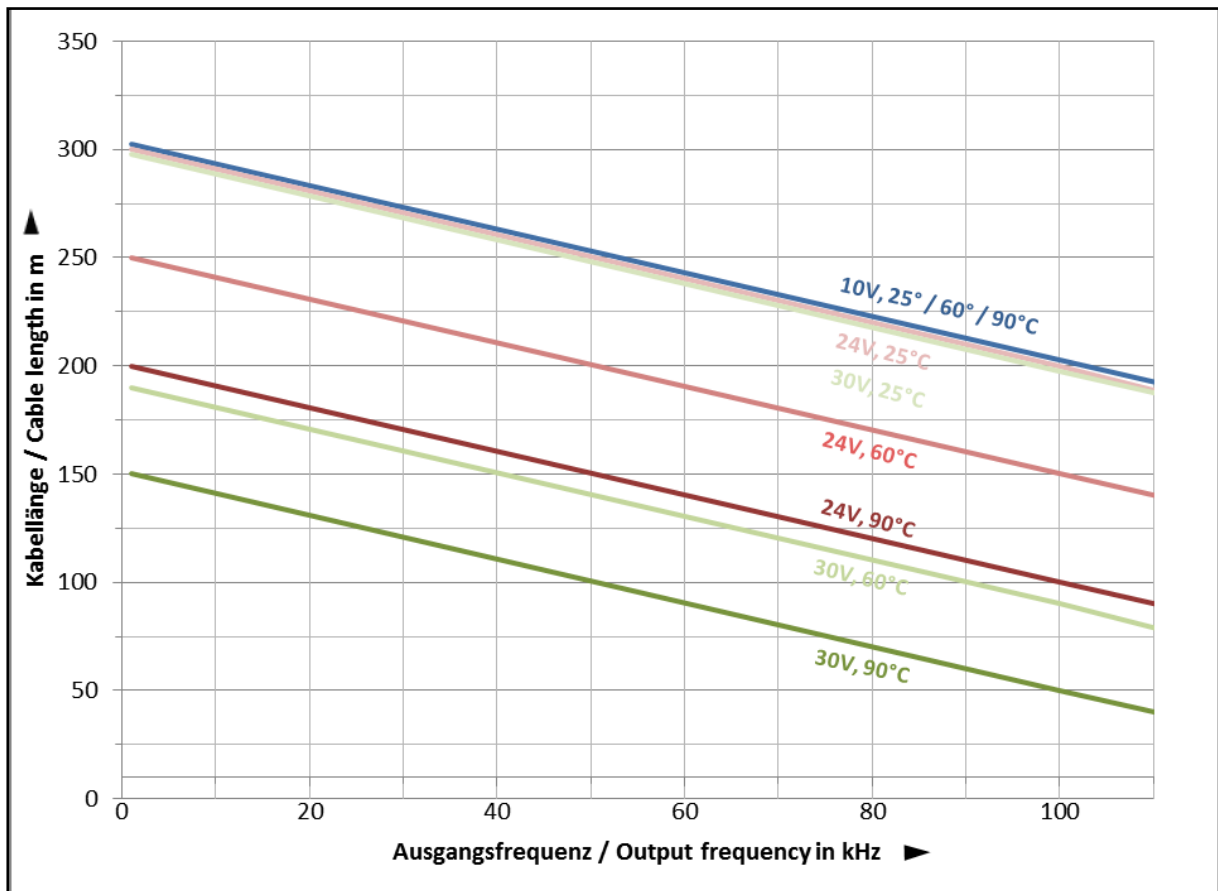


Abbildung 5: Kabellängen / Grenzfrequenzen, HTL-Version

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.

## 3.6 SSI-Schnittstelle (optional)

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

Einstellbare Parameter, siehe Kapitel „Objekt 2500h: ITF2\_SSI\_Parameter“ auf Seite 49.

### **! 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.

### 3.6.1 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.

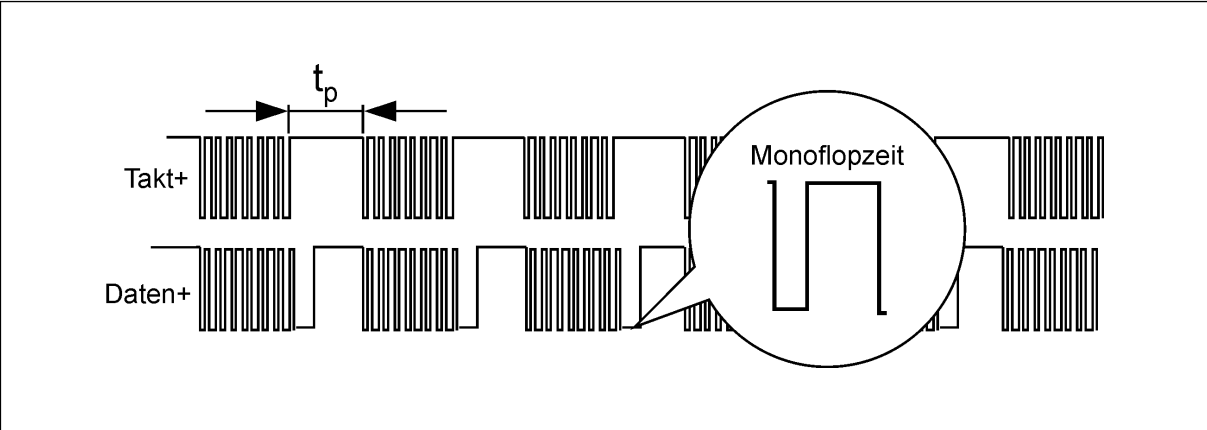


Abbildung 6: Typische SSI-Übertragungssequenzen

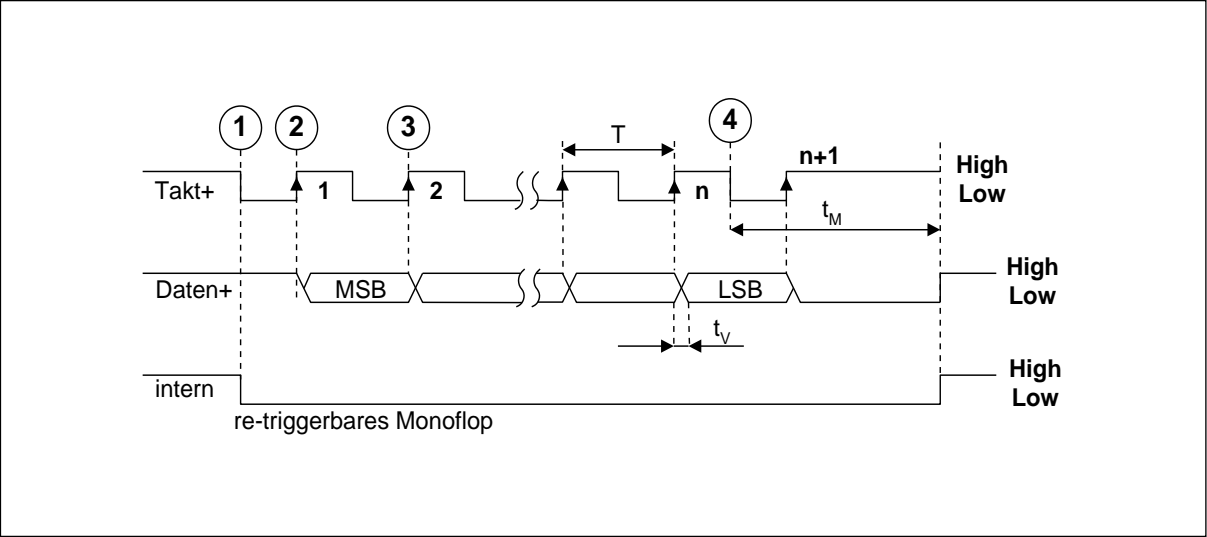


Abbildung 7: SSI-Übertragungsformat

### 3.6.2 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 1: SSI-Taktfrequenz / Kabellängen

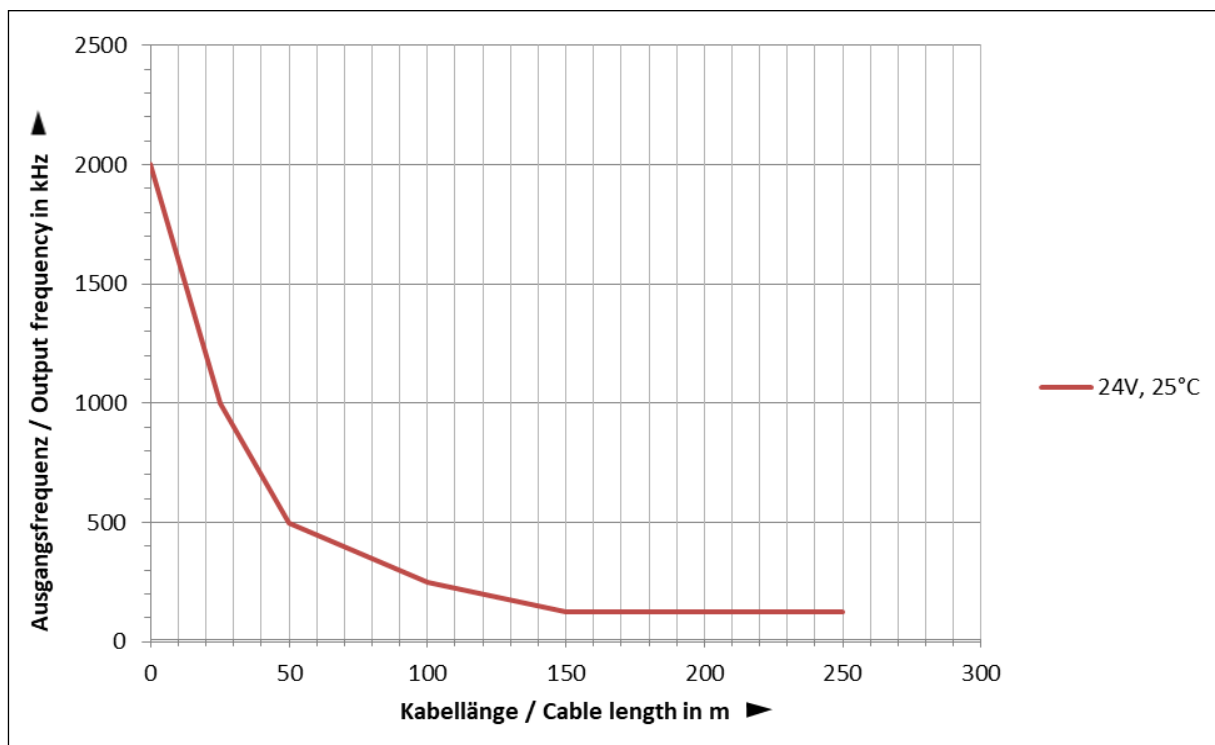


Abbildung 8: SSI-Taktfrequenz / Kabellängen

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.

## 4 Inbetriebnahme

### 4.1 EtherCAT / FSoE

Das EtherCAT-Funktionsprinzip, sowie die gesamte Kommunikationsabwicklung, werden in den ETG-Spezifikationen *ETG.1000.1* bis *ETG.1000.6 EtherCAT Specification – Part 1* bis *Part 6* beschrieben.

Speziell für die Planung, Montage und Inbetriebnahme wird die ETG-Richtlinie *ETG.1600 Guideline for Planning, Assembling and Commissioning of EtherCAT Networks* bereitgestellt.

Das Sicherheitsprotokoll *Safety over EtherCAT (FSoE)* wird in der ETG-Spezifikation *ETG.5100 Protocol Specification* beschrieben, wichtige Erweiterungen sind in der *ETG.5120 Protocol Enhancements* enthalten.

Diese und weitere Informationen zu EtherCAT oder FSoE erhalten Sie auf Anfrage von der **EtherCAT Technology Group** (ETG) unter nachstehender Adresse:

---

ETG Headquarter  
Ostendstraße 196  
90482 Nuremberg  
Germany  
Phone: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5620  
Fax: + 49 (0) 9 11 / 5 40 5629  
Email: [info@ethercat.org](mailto:info@ethercat.org)  
Internet: [www.ethercat.org](http://www.ethercat.org)

---

### 4.2 Gerätebeschreibungsdatei (XML)

Mit jedem EtherCAT-Gerät muss eine Gerätebeschreibungsdatei, die sogenannte „EtherCAT Slave Information“ - Datei (ESI), ausgeliefert werden. Diese in XML abgefasste Datei, enthält alle Informationen über die Mess-System-spezifischen Parameter sowie Betriebsarten des Mess-Systems.

Die XML-Datei wird durch das EtherCAT-Netzwerkkonfigurationswerkzeug eingebunden, um das Mess-System ordnungsgemäß konfigurieren bzw. in Betrieb nehmen zu können.

Download, Standard

- [www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0081](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0081)

Download, Berghof Steuerungssystem

- [www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0085](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-ID-MUL-0085)



Liesmich.txt – Datei beachten

---

## 4.3 Bus-Statusanzeige

### ⚠️ WARNUNG

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

### ACHTUNG

- Zugang zu den LEDs nach den Einstellarbeiten mit der Verschluss-Schraube wieder sicher verschließen.

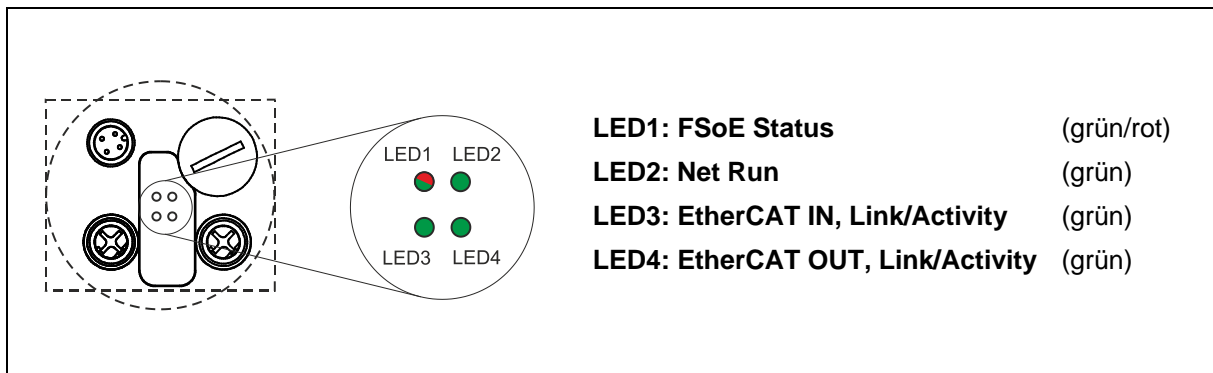


Abbildung 9: Bus-Statusanzeige

### 4.3.1 Anzeigestände und Blinkfrequenz

LED	Beschreibung
ON	permanent AN
OFF	permanent AUS
Flickering	Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von ca. 10 Hz: AN = 50 ms, AUS = 50 ms.
Blinking	Gleiche AN- und AUS-Zeiten mit einer Frequenz von ca. 2.5 Hz: AN = 200 ms, AUS = 200 ms.
Single flash	Einmaliges kurzes Aufblinker, ca. 200 ms AN, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.
Double flash	Zweimaliges kurzes Aufblinker, ca. 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.
Triple flash	Dreimaliges kurzes Aufblinker, ca. 200 ms AN/AUS, gefolgt von einer langen AUS-Zeit, ca. 1000 ms.

### 4.3.2 LED1, FSoE Status

grün	Beschreibung
OFF	Initialisierung, Gerät aus
Single flash	INIT-State, Hochlauf
Double flash	Data State – Ausgabe von Safe-Daten
ON	Data State – Ausgabe von Prozessdaten
rot	Beschreibung
Single flash	Fehlerquittierung durch den Anwender erforderlich
ON	System- oder Sicherheitsfehler

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten“, Seite 73.

### 4.3.3 LED2, Net Run

grün	Beschreibung
OFF	Gerät ist im „INIT“ Zustand
Blinking	Gerät ist im „PRE-OPERATIONAL“ Zustand
Single flash	Gerät ist im „SAFE-OPERATIONAL“ Zustand
ON	Gerät ist im „OPERATIONAL“ Zustand
Flickering	Bootstrap: In diesem Status kann ein Firmware-Update durchgeführt werden

### 4.3.4 LED3/4, EtherCAT IN/OUT – Link/Activity

grün	Beschreibung
OFF	Keine Ethernet-Verbindung hergestellt
ON	Ethernet-Verbindung hergestellt
Flickering	Datenübertragung

Entsprechende Maßnahmen im Fehlerfall siehe Kapitel „Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten“, Seite 73.

## 4.4 Inbetriebnahme über Beckhoff Steuerungssystem

Download

Technische Information: [www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0416](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0416)

## 4.5 Inbetriebnahme über Berghof Steuerungssystem

Download

Technische Information: [www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0420](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0420)

## 5 Aufbau der Prozessdaten

### 5.1 Sicherheitsgerichtete Prozessdaten

Über den FSoE-Master können die sicherheitsgerichteten Prozessdaten wahlweise in den Ein- / und Ausgangsprozessdaten (Mapping Objekte 0x1A00/0x1600) eingeblendet bzw. ausgeblendet werden.



- Für den Safety-Slot gibt es zwei Module:
  - Standard FSoE - Modul
  - FSoE 16bit - Modul für eine Übertragung von 16-Bit - Werten.
 Diese Auswahlmöglichkeit ist für FSoE-Master vorgesehen, die keine 32-Bit - Werte im FSoE-Protokoll verarbeiten können.
- Wird das FSoE 16bit – Modul ausgewählt, muss über das Anwendungsprogramm sichergestellt werden, dass die Eingangsdaten bzw. Ausgangsdaten mit 32-Bit Datenbreite zusammenhängend gelesen bzw. geschrieben werden können.

#### Struktur der Eingangsdaten

Byte	Bit	Eingangsdaten	Datentyp	Objektbeschreibung
X+0	$2^0-2^7$	SafeStatus	UNSIGNED16	0x6801, siehe Seite 60
X+1	$2^8-2^{15}$			
X+2	$2^0-2^7$	Safe absolute position	UNSIGNED32	0x6801, siehe Seite 60
X+3	$2^8-2^{15}$			
X+4	$2^{16}-2^{23}$			
X+5	$2^{24}-2^{31}$			
X+6	$2^0-2^7$	Safe speed value	INTEGER32	0x6801, siehe Seite 60
X+7	$2^8-2^{15}$			
X+8	$2^{16}-2^{23}$			
X+9	$2^{24}-2^{31}$			

#### Struktur der Ausgangsdaten

Byte	Bit	Ausgangsdaten	Datentyp	Objektbeschreibung
X+0	$2^0-2^7$	SafeControl	UNSIGNED16	0x7001, siehe Seite 61
X+1	$2^8-2^{15}$			
X+2	$2^0-2^7$	Safe preset value	UNSIGNED32	0x7001, siehe Seite 61
X+3	$2^8-2^{15}$			
X+4	$2^{16}-2^{23}$			
X+5	$2^{24}-2^{31}$			

## 5.1.1 Eingangsdaten

### 5.1.1.1 SafeStatus

**⚠️ WARNUNG**

**Gefahr von Tod, schwerer Körperverletzung und/oder Sachschaden durch unkontrolliertes Anlaufen des Antriebssystems, bei Nicht-Auswertung des Safe state-Bits 2<sup>4</sup>!**

**ACHTUNG**

➤ Die ausgegebenen Istwerte haben nur Gültigkeit, wenn das Safe state-Bit 2<sup>4</sup> = 1 ist.

UNSIGNED16

Bit	Beschreibung
2 <sup>0</sup>	Safe speed error Bit = 1, wenn der Geschwindigkeitswert außerhalb des Bereiches von -2147483648...+2147483647 liegt.
2 <sup>1</sup>	Error acknowledge requested Bit = 1, wenn sich das Mess-System im sicheren Zustand befindet und auf eine Fehlerquittierung gewartet wird.
2 <sup>2</sup>	Safe preset OK Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage erfolgreich ausgeführt werden konnte.
2 <sup>3</sup>	Safe preset error Bit = 1, wenn eine Preset-Anfrage aufgrund eines Fehlers nicht ausgeführt werden konnte. Das Bit kann über die Preset-Steuerbits Safe preset request und Safe preset preparation wieder zurückgesetzt werden, siehe auch Seite 33.
2 <sup>4</sup>	Safe state Bit = 0, <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Initialisierungsphase, bzw. wenn die Initialisierung nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte</li> <li>- wenn eine Preset-Anfrage über das Steuerbit Safe preset preparation eingeleitet wird</li> <li>- wenn ein Ausnahmefehler bei der Preset-Ausführung vorherrscht</li> <li>- wenn sich das Mess-System im sicheren Zustand befindet</li> </ul> Bit = 1, <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn die Initialisierung erfolgreich abgeschlossen werden konnte</li> <li>- wenn eine Preset-Anfrage erfolgreich ausgeführt werden konnte und die Preset-Steuerbits Safe preset request und Safe preset preparation wieder zurückgesetzt wurden</li> </ul>
2 <sup>5</sup>	Safe preset active Bit = 1, wenn über das Steuerbit Safe preset request die Preset-Ausführung ausgelöst wird. Nach Beendigung der Preset-Ausführung wird das Bit automatisch zurückgesetzt, siehe auch Seite 33.
2 <sup>6</sup>	reserviert
2 <sup>7</sup>	Safe 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. 5.1.3 auf Seite 33.
2 <sup>8</sup> ...2 <sup>15</sup>	reserviert

### 5.1.1.2 Safe absolute position

Istwert skaliert, UNSIGNED32

Byte	X+2	X+3	X+4	X+5
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Über das Register `Safe absolute position` wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben.

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

### 5.1.1.3 Safe speed value

Geschwindigkeit, INTEGER32

Byte	X+6	X+7	X+8	X+9
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Die Geschwindigkeit wird als vorzeichenbehafteter Zweierkomplement-Wert ausgegeben.

Einstellung der Drehrichtung = `True`

- Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:  
--> positive Geschwindigkeitsausgabe

Einstellung der Drehrichtung = `False`

- Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:  
--> negative Geschwindigkeitsausgabe

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von  $-2147483648 \dots +2147483647$ , führt dies zu einem Überlauf, welcher im Statusregister über Bit  $2^0$  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 Statusregister gelöscht. Die Geschwindigkeit wird in der parametrisierten Einheit ausgegeben.

### 5.1.2 Ausgangsdaten

#### 5.1.2.1 SafeControl

UNSIGNED16

Byte	X+0	X+1
Bit	7 – 0	15 – 8
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$

Bit	Beschreibung
2 <sup>0</sup>	Safe preset preparation Das Bit dient zur Vorbereitung der Preset-Justage-Funktion. Nur wenn dieses Bit gesetzt ist, kann über das Steuerbit <code>Safe preset request</code> der eigentliche Preset ausgeführt werden. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 33.
2 <sup>1</sup>	Safe preset request Das Bit dient zur Steuerung der Preset-Justage-Funktion. Mit Ausführung dieser Funktion wird das Mess-System auf den im Register <code>Safe preset value</code> hinterlegten Positionswert gesetzt. Zur Ausführung der Funktion muss ein genauer Ablauf eingehalten werden, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 33.
2 <sup>2</sup> ...2 <sup>5</sup>	reserviert
2 <sup>6</sup>	Error acknowledge (Fehlerquittierung vom Anwender) Erfolgt auf <code>Error acknowledge requested</code> vom Mess-System, siehe Kapitel „SafeStatus“, Bit 2 <sup>1</sup> auf Seite 30.
2 <sup>7</sup> ...2 <sup>15</sup>	reserviert

#### 5.1.2.2 Safe preset value

Preset Sollwert, UNSIGNED32

Byte	X+2	X+3	X+4	X+5
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Der gewünschte Preset-Wert muss sich innerhalb der programmierten Messlänge –1 befinden, max. 536870911 (29 Bit).

Der Preset-Wert wird als neue Position gesetzt, wenn die Preset-Justage-Funktion ausgeführt wird, siehe Kapitel „Preset-Justage-Funktion“ auf Seite 33.

### 5.1.3 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-Justage - Auslösung über den FSoE-Master durch weitere Schutzmaßnahmen wie z.B. Schlüsselschalter, Passwortabfrage etc. zu sichern
  - Der unten angegebene Ablauf ist zwingend einzuhalten, insbesondere sind die Status-Bits durch den FSoE-Master auszuwerten, um die erfolgreiche bzw. fehlerhafte Ausführung zu überprüfen
  - Nach Ausführung der Preset-Justage-Funktion ist die neue Position zu überprüfen

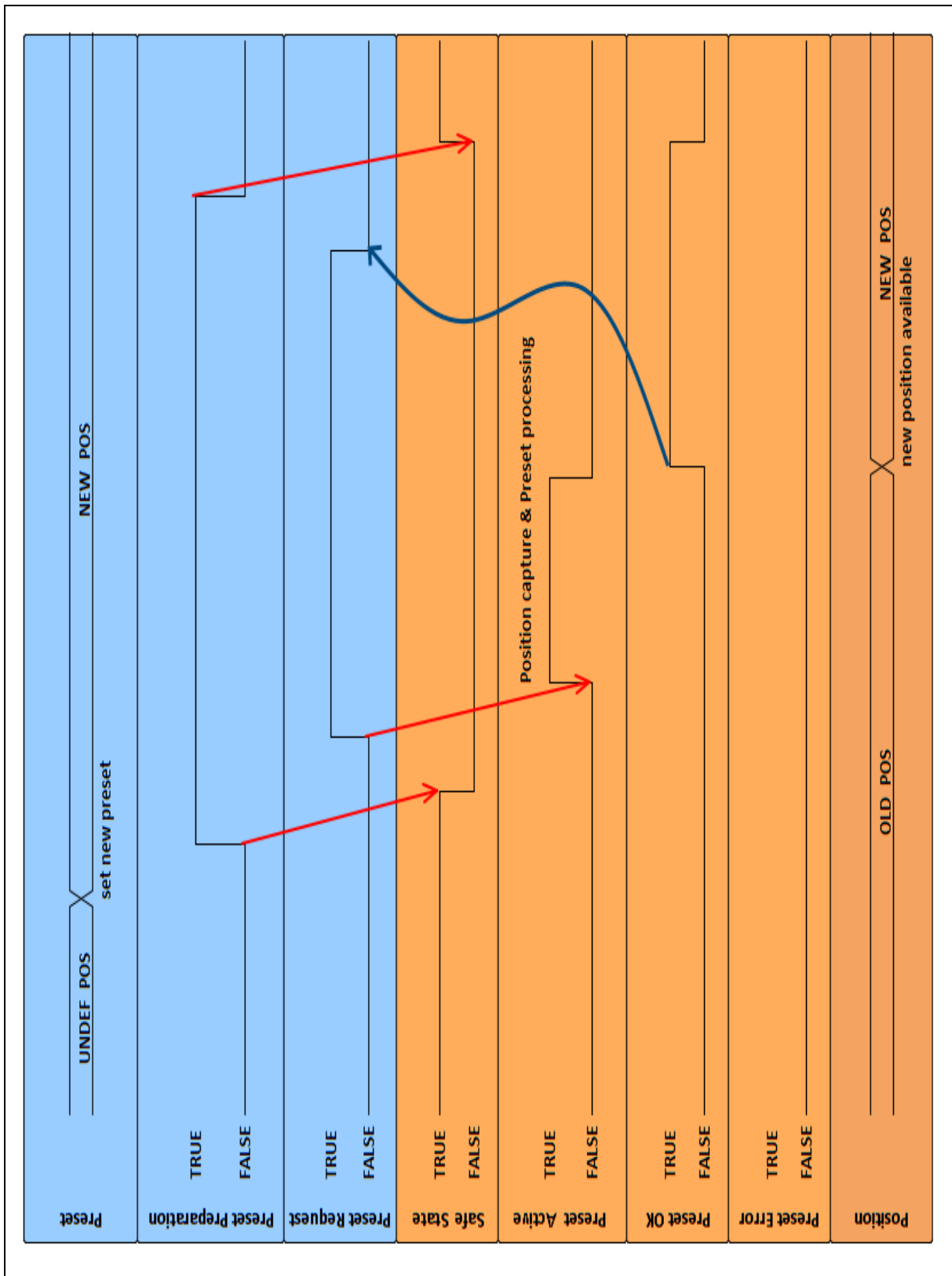
Die Preset-Justage-Funktion wird verwendet, um den aktuell ausgegebenen Positionswert auf einen beliebigen Positionswert innerhalb des Messbereichs zu setzen. Damit kann rein elektronisch die angezeigte Position auf eine Maschinen-Referenzposition gesetzt werden.

#### Vorgehensweise über FSoE-Master

- Voraussetzung: Das Mess-System befindet sich im zyklischen Datenaustausch.
- Register `Safe preset value` in den Ausgangsdaten des FSoE-Masters mit dem gewünschten Preset-Wert beschreiben.
- Steuerbits `Safe preset preparation` und `Safe preset request` auf 0 setzen.
- Steuerbit `Safe preset preparation` auf 1 setzen. Als Reaktion wird das Statusbit `Safe state` auf 0 gesetzt, der FSoE-Master muss darauf hin die Anlage in einen sicheren Zustand überführen. Der ausgegebene Positionswert ist nicht mehr sicher!
- Mit einer steigenden Flanke des Steuerbits `Safe preset request` wird der Preset-Wert angenommen. Der Empfang des Preset-Wertes wird mit Setzen (=1) des Statusbits `Safe preset active` quittiert. Ist die Preset-Ausführung beendet, wird das Statusbit `Safe 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 `Safe preset error` eine Fehlermeldung ausgegeben.
- Nach erfolgreicher Ausführung der Preset-Justage-Funktion setzt das Mess-System das Statusbit `Safe preset OK` auf 1 und kennzeichnet damit für die Sicherheitssteuerung, dass die Preset-Ausführung abgeschlossen ist.
- Steuerbit `Safe preset request` auf 0 zurücksetzen.
- Steuerbit `Safe preset preparation` auf 0 zurücksetzen. Als Reaktion wird das Statusbit `Safe state` wieder auf 1 gesetzt.
- Zum Schluss muss vom FSoE-Master überprüft werden, ob die neue Position der neuen Soll-Position entspricht.

5.1.3.1 Timing Diagramm

blauer Bereich: Ausgangssignale FSoE-Master -> Mess-System  
 oranger Bereich: Eingangssignale Mess-System -> FSoE-Master



## 5.2 NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten

Über den FSoE-Master können die NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten wahlweise in den Ein- / und Ausgangsprozessdaten (Mapping Objekte 0x1A01/0x1601) eingeblendet bzw. ausgeblendet werden.

### Struktur der Eingangsdaten

Byte	Bit	Eingangsdaten	Datentyp	Objektbeschreibung
X+0	$2^0-2^7$	Status Bits	UNSIGNED8	0x3010, siehe Seite 54
X+1	$2^0-2^7$	Position	UNSIGNED32	0x3012, siehe Seite 55 / 0x6004, siehe Seite 58
X+2	$2^8-2^{15}$			
X+3	$2^{16}-2^{23}$			
X+4	$2^{24}-2^{31}$			
X+5	$2^0-2^7$	Speed	INTEGER32	0x3011, siehe Seite 55
X+6	$2^8-2^{15}$			
X+7	$2^{16}-2^{23}$			
X+8	$2^{24}-2^{31}$			

### Struktur der Ausgangsdaten

Byte	Bit	Ausgangsdaten	Datentyp	Objektbeschreibung
X+0	$2^0-2^7$	Control Bits	UNSIGNED8	0x3100, siehe Seite 56
X+1	$2^0-2^7$	Preset	UNSIGNED32	0x3101, siehe Seite 56
X+2	$2^8-2^{15}$			
X+3	$2^{16}-2^{23}$			
X+4	$2^{24}-2^{31}$			

## 5.2.1 Eingangsdaten

### 5.2.1.1 Status Bits (Statusbyte)

UNSIGNED8

Byte	X+0
Bit	7 – 0
Data	$2^7 - 2^0$

Bit	Beschreibung
$2^0$	Justage OK 1: Justage wurde ausgeführt
$2^1$	Ausgabe der Originalposition 0: eigener Kanal <b>A</b> <sup>1)</sup> oder <b>B</b> <sup>1)</sup> im Fehlerzustand 1: Ausgabe der Originalposition, entweder -> durch Channel 1 (Mastersystem) oder -> durch Channel 2 (Prüfsystem), je nachdem wie die Submodul-Konfiguration zugeordnet wurde
$2^2$	Ausgabe der Ersatzposition 0: keine Ausgabe der Ersatzposition 1: Ausgabe der Ersatzposition, entweder -> durch Channel 2 (Prüfsystem) bei der Fehler-Konstellation <b>A</b> oder -> durch Channel 1 (Mastersystem) bei der Fehler-Konstellation <b>B</b> Die Ersatzposition muss entsprechend konfiguriert werden, siehe Kap. 6.2.1.8: Einstellung in Subindex 10 = ein
$2^3$	reserviert
$2^4$	Geschwindigkeitsüberlauf 0: kein Geschwindigkeitsüberlauf 1: Geschwindigkeitsüberlauf vorhanden
$2^5$	Gekoppelter Istwert 0: keine Kanalkopplung 1: Kanalkopplung eingeschaltet Die Kanalkopplung muss entsprechend konfiguriert werden, siehe Kap. 6.2.1.9: Einstellung in Subindex 11 = ein
$2^6$	reserviert
$2^7$	Justage-Fehler 1: Fehler, Justage wurde nicht ausgeführt

1)

**A** : Channel 1 (Mastersystem)

**B** : Channel 2 (Prüfsystem)

### 5.2.1.2 Position

Istwert skaliert, UNSIGNED32

Byte	X+1	X+2	X+3	X+4
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Über das Register `Position` wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben.

Die ausgegebene Position ist nicht vorzeichenbehaftet.

### 5.2.1.3 Speed

Geschwindigkeit, INTEGER32

Byte	X+5	X+6	X+7	X+8
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Die Geschwindigkeit wird als vorzeichenbehafteter Zweierkomplement-Wert ausgegeben.

Einstellung der Drehrichtung = `True`

Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:  
--> positive Geschwindigkeitsausgabe

Einstellung der Drehrichtung = `False`

Mit Blick auf die Anflanschung, Drehung der Welle im Uhrzeigersinn:  
--> negative Geschwindigkeitsausgabe

Überschreitet die gemessene Geschwindigkeit den Darstellungsbereich von  $-2147483648 \dots +2147483647$ , führt dies zu einem Überlauf, welcher im Statusregister über Bit 2<sup>4</sup> 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 Statusregister gelöscht. Die Geschwindigkeit wird in der parametrisierten Einheit ausgegeben.

## 5.2.2 Ausgangsdaten

### 5.2.2.1 Control Bits (Steuerbyte) / Preset-Justage-Funktion

**⚠ WARNUNG**

**ACHTUNG**

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

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

UNSIGNED8

Byte	X+0
Bit	7 – 0
Data	$2^7 - 2^0$

Bit	Beschreibung
$2^0$	Justage ausführen (Flanke 0 -> 1)
$2^1...2^7$	reserviert

Über das Register `Preset` kann über die Prozess-Ausgangsdaten ein 32-Bit Justage-Wert übergeben und als neuer Positionswert gesetzt werden. Der Justage-Wert muss sich innerhalb der programmierten Messlänge –1 befinden. Wird ein ungültiger Justage-Wert übergeben, wird die Justage nicht angenommen und das Fehlerbit  $2^7$  Justage-Fehler im Statusbyte gesetzt. Mit Steuerbyte = 0x00 wird das Fehlerbit  $2^7$  Justage-Fehler im Statusbyte wieder gelöscht.

Mit steigender Flanke 0->1 des Bits  $2^0$  Justage ausführen (0x01) im Steuerbyte wird der Justage-Wert gesetzt. Die Ausführung der Justage wird im Statusbyte mit Setzen des Bits  $2^0$  Justage OK (0x01) quittiert. Mit Rücknahme des Bits  $2^0$  Justage ausführen (0x00) im Steuerbyte wird auch automatisch das Bit  $2^0$  Justage OK (0x00) im Statusbyte wieder zurückgesetzt.

#### 5.2.2.2 Preset

Justage Sollwert, UNSIGNED32

Byte	X+1	X+2	X+3	X+4
Bit	7 – 0	15 – 8	23 – 16	31 – 24
Data	$2^7 - 2^0$	$2^{15} - 2^8$	$2^{23} - 2^{16}$	$2^{31} - 2^{24}$

Der gewünschte Justage-Wert muss sich innerhalb der programmierten Messlänge –1 befinden.

Der Justage-Wert wird als neue Position gesetzt, wenn die Justage-Funktion über das Steuerbyte ausgeführt wird.

## 6 EtherCAT – Objektverzeichnis

Über die Objekte im EtherCAT-Verzeichnis werden sowohl NICHT-sicherheitsgerichtete als auch die in Safety-Frames verpackten sicherheitsgerichteten Daten übertragen. Die Verwendung der sicherheitsgerichteten Daten in der NICHT-sicherheitsgerichteten Steuerung ist jedoch nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm.

Das gesamte Management wird über den NICHT-sicherheitsgerichteten Steuerungsteil vorgenommen.

### 6.1 CoE kommunikationsspezifische Objekte (CiA DS-301)

Referenzen, ETG-Spezifikationen:

- ETG.1000.6 Application Layer Protocol Specification
- ETG.1020 Protocol Enhancements

Unterstützte kommunikationsspezifische Objekte:

Index (h)	Name
1000	Device Type
1008	Manufacturer Device Name
1009	Manufacturer Hardware Version
100A	Manufacturer Software Version
1018	Identity Object
10E0	Device Identification Reload Object
1600	1 <sup>st</sup> Receive PDO Mapping, für die sicherheitsgerichteten Ausgangsdaten
1601	2 <sup>nd</sup> Receive PDO Mapping, für die NICHT-sicherheitsgerichteten Ausgangsdaten
1A00	1 <sup>st</sup> Transmit PDO Mapping, für die sicherheitsgerichteten Eingangsdaten
1A01	2 <sup>nd</sup> Transmit PDO Mapping, für die NICHT-sicherheitsgerichteten Eingangsdaten
1C00	Sync Manager Communication Type
1C12	Sync Manager 2 PDO Assignment
1C13	Sync Manager 3 PDO Assignment
1C32	Sync Manager 2 Synchronization
1C33	Sync Manager 3 Synchronization

## 6.2 Herstellerspezifische Objekte

Index (h)	Objekt	Name	Datenlänge	Attr.	Seite
2040	RECORD	Parameter grau (NICHT-sicherheitsgerichtet)	UNSIGNED16	rw	41
2200	ARRAY	TRDiagV2 (interne Zwecke)	OCTET STRING	ro	76
2220	VAR	Failsafe Simulation	UNSIGNED8	rw	48
2500	RECORD	ITF2_SSI_Parameter	UNSIGNED8	rw	49
2520	RECORD	ITF2_Incr_Parameter	UNSIGNED8	rw	52
2707	ARRAY	Firmware-Info	OCTET STRING	ro	52
2736	VAR	Update Time	UNSIGNED32	rw	53
2738	ARRAY	Update History	OCTET STRING	ro	53
2739	VAR	Customer Date	STRING(10)	rw	53
3000	VAR	Status Universal	UNSIGNED8	ro	53
3001	VAR	Cycle Time Bus	UNSIGNED32	ro	54
3002	VAR	Cycle Time Encoder	UNSIGNED32	ro	54
<sup>1)</sup> 3010	VAR	Statusbyte	UNSIGNED8	ro	54
<sup>1)</sup> 3011	VAR	Geschwindigkeitsausgabe	INTEGER32	ro	55
<sup>1)</sup> 3012	VAR	Absolutposition	UNSIGNED32	ro	55
<sup>1)</sup> 3100	VAR	Steuerbyte	UNSIGNED8	rw	56
<sup>1)</sup> 3101	VAR	Preset (Justage-Sollwert)	UNSIGNED32	rw	56

Tabelle 2: Hersteller-Profilbereich

<sup>1)</sup> Zugriff nur über die NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten möglich  
(Mapping Objekte 0x1A01/0x1601)

## 6.2.1 Objekt 2040h: Parameter grey

Das Objekt enthält alle NICHT-sicherheitsgerichteten Konfigurationsparameter.

Index	Sub	Kommentar	Default [Einheit]	Typ	Attr.	Seite
2040h	0	Max. Subindex	11	UNSIGNED8	ro	-
	1	Rotational direction grey	True [steigend]	BOOL	rw	41
	2	Measuring range grey	536870912 [Schritte]	UNSIGNED32	rw	42
	3	Revolutions numerator grey	65536 [Umdr. Zähler]	UNSIGNED32	rw	42
	4	Revolutions denominator grey	1 [Umdr. Nenner]	UNSIGNED32	rw	42
	5	Speed format grey	1 [Umdr./min]	UNSIGNED8	rw	45
	6	Speed factor grey	1 [Faktor]	UNSIGNED16	rw	45
	7	Speed integration time grey	100 [ms]	UNSIGNED16	rw	46
	8	Speed filter intensity grey	0 [Filterstärke]	UNSIGNED8	rw	47
	9	Speed filter type grey	0 [statisch]	UNSIGNED8	rw	47
	10	Position replacement grey	True [Ersatzposition EIN]	BOOL	rw	47
11	Parameter coupled to safe	False [Gekopp. Kanal AUS]	BOOL	rw	48	

### 6.2.1.1 Subindex 1: Rotational direction grey

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

**⚠️ WARNUNG**

**ACHTUNG**

- 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.

BOOL

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

### 6.2.1.2 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 grey = Messlänge
- Subindex 3 - Revolutions numerator grey = Umdrehungen Zähler
- Subindex 4 - Revolutions denominator grey = 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 Nullpunktkorrektur, 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

<b>Untergrenze</b>	2 Schritte
<b>Obergrenze</b>	536 870 912 Schritte (30 Bit)
<b>Default</b>	<b>536870912</b>

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.

$$\text{Messlänge} = \text{Schritte pro Umdrehung} * \text{Anzahl der Umdrehungen}$$

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

<b>Untergrenze Zähler</b>	1
<b>Obergrenze Zähler</b>	256000
<b>Default Zähler</b>	65536

#### UNSIGNED32

<b>Untergrenze Nenner</b>	1
<b>Obergrenze Nenner</b>	16384
<b>Default Nenner</b>	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.

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**

$$\begin{aligned} \text{Messlänge in Schritten} &= \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}} \\ &= 1348,073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}} \\ &= \mathbf{5521709 \text{ Schritte}} \text{ (abgerundet)} \end{aligned}$$

### 6.2.1.3 Subindex 5: Speed format grey

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 <i>Speed factor grey</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
1	U/min * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Minute], multipliziert mit dem unter Parameter <i>Speed factor grey</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	X
2	U/std * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Stunde], multipliziert mit dem unter Parameter <i>Speed factor grey</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 6.	
3	Schritte/Integrationszeit	Integrationszeit in [ms]	

### 6.2.1.4 Subindex 6: Speed factor grey

Subindex 6 gibt für den Parameter Subindex 5: *Speed format grey* den Faktorwert an.

UNSIGNED16

<b>Untergrenze</b>	1
<b>Obergrenze</b>	1000
<b>Default</b>	1

### 6.2.1.5 Subindex 7: Speed integration time grey

Subindex 7 gibt für den Parameter Subindex 5: Speed format grey die Integrationszeit in [ms] an, siehe Seite 45.

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.

Wird die Funktion Dynamische Integrationszeit über den Wert 0 eingestellt, dann passt sich die Integrationszeit dynamisch der Geschwindigkeit an. Bei langsamer Drehzahl erhöht sich die Integrationszeit und bei hoher Drehzahl wird sie kleiner.

Die Integrationszeit stellt sich dabei immer so ein, dass die Geschwindigkeitsabweichung kleiner als 1 Promille (0,001) ist. Die Integrationszeit steigt nie über 219 ms

UNSIGNED16

<b>Dynamische Integrationszeit</b>	0
<b>Untergrenze</b>	1 ms
<b>Obergrenze</b>	1000 ms
<b>Default</b>	<b>100 ms</b>

#### Beispiel

Gegeben:

- Programmierte Auflösung = 8192 Schritte pro Umdrehung
- Drehzahl = 4800 Umdrehungen pro Minute
- Integrationszeit  $t_i = 50 \text{ ms} = 0,05 \text{ s}$

Gesucht:

- Ausgabewert in Schritte/Integrationszeit

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

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

$$\text{Schritte/Integrationszeit} = \underline{\underline{32768 \text{ Schritte} / 50 \text{ ms}}}$$

### 6.2.1.6 Subindex 8: Speed filter intensity grey

Mit Hilfe des Parameters `Speed filter intensity grey` 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 `Speed filter type grey`. Dadurch kann das Geschwindigkeitssignal dem realen Verlauf bei Änderungen schnell folgen und ist im stationären Bereich stabil.

UNSIGNED8

<b>Untergrenze</b>	0
<b>Obergrenze</b>	10
<b>Default</b>	<b>0</b>

0: keine Filterung

1: schwache Filterung, hohe Grenzfrequenz

...

10: starke Filterung, niedrige Grenzfrequenz

### 6.2.1.7 Subindex 9: Speed filter type grey

Siehe hierzu auch Parameter auf Seite Subindex 8: `Speed filter intensity grey` auf Seite 47.

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.	

### 6.2.1.8 Subindex 10: Position replacement grey

BOOL

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0 = False	aus	Funktion ausgeschaltet	
1 = True	ein	Ausgabe der Ersatzposition, wenn sich der Positionskanal im Fehlerzustand befindet, siehe auch Kap. 5.2.1.1 Bit 2 <sup>2</sup> auf Seite 36.	X

### 6.2.1.9 Subindex 11: Parameter coupled to safe

BOOL

Wert	Zuordnung	Beschreibung	Default
0 = False	aus	Funktion ausgeschaltet	X
1 = True	ein	<p>Mit der Einstellung <code>Parameter coupled to safe = ein</code> kann festgelegt werden, ob der NICHT-sicherheitsgerichtete Prozessdaten-Kanal <code>Grey</code> mit dem sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal <code>FSoE</code> gekoppelt werden soll. In diesem Fall werden die Einstellungen für die Position und die Geschwindigkeit vom sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal <code>FSoE</code> verwendet und die vorherrschenden Einstellungen im NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal <code>Grey</code> für die Position und Geschwindigkeit ignoriert.</p> <p>Die Preset-Funktion kann nur im sicherheitsgerichteten Prozessdaten-Kanal <code>FSoE</code> durchgeführt werden, die Preset-Funktion im NICHT-sicherheitsgerichteten Kanal <code>Grey</code> hingegen ist gesperrt.</p>	

### 6.2.2 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: Über den Safety-Kanal werden so genannte „Safe-Daten“ ausgegeben, siehe Kapitel „Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte)“ auf Seite 72.

Um das Mess-System wieder in Betrieb nehmen zu können, muss ein AUS/EIN-Zyklus der Versorgungsspannung erfolgen.

UNSIGNED8

<b>Untergrenze</b>	0
<b>Obergrenze</b>	255
<b>Default</b>	<b>0</b>

## 6.2.3 OPTION: Zweitschnittstelle

### 6.2.3.1 Objekt 2500h: ITF2\_SSI\_Parameter

Optional kann das Mess-System, zusätzlich zur Feldbus – 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	SSI_Source	0: Kanal 1	UNSIGNED8	rw
	2	SSI_Code	0: Binär-Code	UNSIGNED8	rw
	3	SSI_Databits	29: 29 Datenbits	UNSIGNED8	rw
	4	SSI_Monotime	1: 20 µs	UNSIGNED8	rw
	5	SSI_Statusbits	0: keine Statusbits	UNSIGNED8	rw
	6	SSI_Livecounterbits	0: kein Lebenszeichen-Bits	UNSIGNED8	rw
	7	SSI_CRC_Length	0: keine Check-Summe	UNSIGNED8	rw

#### 6.2.3.1.1 Subindex 1: SSI\_Source

UNSIGNED8

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

#### 6.2.3.1.2 Subindex 2: SSI\_Code

UNSIGNED8

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

### 6.2.3.1.3 Subindex 3: SSI\_Databits

Über den Subindex `SSI_Databits` 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

<b>Untergrenze</b>	8
<b>Obergrenze</b>	29
<b>Default</b>	29

### 6.2.3.1.4 Subindex 4: SSI\_Monotime

UNSIGNED8

Wert	Beschreibung	Default
0	SSI-Monoflopzeit = 15 $\mu$ s	
1	SSI-Monoflopzeit = 20 $\mu$ s	X
2	SSI-Monoflopzeit = 35 $\mu$ s	
3	SSI-Monoflopzeit = 50 $\mu$ s	
4	SSI-Monoflopzeit = 500 $\mu$ s	

### 6.2.3.1.5 Subindex 5: SSI\_Statusbits

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	

### 6.2.3.1.6 Subindex 6: SSI\_Lifecounterbits

Der Subindex `SSI_Lifecounterbits` 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	

### 6.2.3.1.7 Subindex 7: SSI\_CRC\_Length

Über Subindex `SSI_CRC_Length` 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	

## 6.2.3.2 Objekt 2520h: ITF2\_Incr\_Parameter

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

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
2520h	0	größter unterstützter Subindex	1	UNSIGNED8	ro
	1	Impulse pro Umdrehung	0: 1024 Impulse	UNSIGNED8	rw

### 6.2.3.2.1 Subindex 1: Incr\_Steps

Über Subindex `Incr_Steps` 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	

## 6.2.4 Objekt 2707h: Firmwareinfo

Das Objekt enthält die aktuelle Firmware-Version des Mess-Systems:

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
2707h	0	Anz. Einträge	UNSIGNED8	ro
	1	Firmware-Daten_01	OCTET STRING	ro
	2	Firmware-Daten_02	OCTET STRING	ro
	3	Firmware-Daten_03	OCTET STRING	ro
	4	Firmware-Daten_04	OCTET STRING	ro

Bei den OCTET STRING's handelt es sich um einfache UNSIGNED8-Arrays mit einer Länge von jeweils 32 Byte.

### 6.2.5 Objekt 2736h: Update Time

Das Objekt enthält die Update-Zeit des Mess-Systems.

<b>Index</b>	<b>0x2736</b>
<b>Beschreibung</b>	Update-Zeit
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Wert</b>	enthält die Sekunden seit 1. Jan. 1970 (UNIX-Zeit)

### 6.2.6 Objekt 2738h: Update History

Das Objekt enthält die Update-Historie des Mess-Systems.

<b>Index</b>	<b>0x2738</b>
<b>Beschreibung</b>	Update-Historie
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED8
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Wert</b>	enthält die Anzahl der durchgeführten Updates

### 6.2.7 Objekt 2739h: Customer Date

Wenn das Mess-System ein neues Firmware-Update bekommt, sollte hier das Durchführungsdatum eingetragen werden.

<b>Index</b>	<b>0x2739</b>
<b>Beschreibung</b>	Durchführungsdatum – Firmware-Update
<b>Datentyp</b>	STRING10
<b>Zugriff</b>	rw
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Wert</b>	JJJJ-MM-TT

### 6.2.8 Objekt 3000h: Status Universal

Über das Objekt wird der Initialisierungszustand ausgegeben.

<b>Index</b>	<b>0x3000</b>
<b>Beschreibung</b>	Status
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED8
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Wert</b>	Bit 1 = 0: Gerät in Betrieb Bit 1 = 1: Gerät im Initialisierungszustand zur Berechnung des Buszyklusses --> keine gültige Ausgangsdaten

## 6.2.9 Objekt 3001h: Cycle Time Bus

Über das Objekt wird die momentane EtherCAT – Buszykluszeit ausgegeben.

<b>Index</b>	<b>0x3001</b>
<b>Beschreibung</b>	Cycle Time Bus
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Einheit</b>	µs

## 6.2.10 Objekt 3002h: Cycle Time Encoder

Über das Objekt wird die momentane interne Mess-System Zykluszeit ausgegeben.

<b>Index</b>	<b>0x3002</b>
<b>Beschreibung</b>	Cycle Time Encoder
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Einheit</b>	µs

## 6.2.11 Objekt 3010h: Status Bits

Das Objekt enthält die Mess-System - bezogenen Statusbits und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

<b>Index</b>	<b>0x3010</b>
<b>Beschreibung</b>	Statusbyte
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED8
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	ja



*Zugriff nur über die Prozessdaten möglich.*

---

### 6.2.12 Objekt 3011h: Speed

Über das Objekt wird die momentane Geschwindigkeit ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

<b>Index</b>	<b>0x3011</b>
<b>Beschreibung</b>	Speed
<b>Datentyp</b>	INTEGER32
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	ja
<b>Untergrenze</b>	-2147483648
<b>Obergrenze</b>	+2147483647
<b>Einheit</b>	Inkmente / Integrationszeit Unsafe



*Zugriff nur über die Prozessdaten möglich.*

### 6.2.13 Objekt 3012h: Position

Über das Objekt wird die momentane skalierte Istposition ausgegeben und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

<b>Index</b>	<b>0x3012</b>
<b>Beschreibung</b>	Position
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	ja
<b>Untergrenze</b>	0
<b>Obergrenze</b>	268 435 456
<b>Einheit</b>	Schritte



*Zugriff nur über die Prozessdaten möglich.*

### 6.2.14 Objekt 3100h: Control Bits

Das Objekt enthält das Steuerbyte für die Preset-Justage-Funktion und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

<b>Index</b>	<b>0x3100</b>
<b>Beschreibung</b>	Steuerbyte
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED8
<b>Zugriff</b>	rw
<b>PDO Mapping</b>	ja



*Zugriff nur über die Prozessdaten möglich.*

---

### 6.2.15 Objekt 3101h: Preset

Das Objekt enthält den Justage Sollwert für die Preset-Justage-Funktion und ist Teil der NICHT-sicherheitsgerichteten Prozessdaten, siehe ab Seite 35.

Über das Register `Preset` kann über die Prozess-Ausgangsdaten ein 32-Bit Justage-Wert übergeben und als neuer Positionswert gesetzt werden. Der Justage-Wert muss sich innerhalb der programmierten Messlänge –1 befinden.

Der Justage-Wert wird als neue Position gesetzt, wenn die Justage-Funktion über das Steuerbyte ausgeführt wird.

<b>Index</b>	<b>0x3101</b>
<b>Beschreibung</b>	Presetwert
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Zugriff</b>	rw
<b>PDO Mapping</b>	ja
<b>Untergrenze</b>	0
<b>Obergrenze</b>	536 870 912
<b>Einheit</b>	Schritte



*Zugriff nur über die Prozessdaten möglich.*

---

### 6.3 Profilspezifische Objekte

Index (h)	Objekt	Name	Attr.	Seite
6000	VAR	Operating parameters	rw	58
6004	VAR	Position value	ro	58
6500	VAR	Operating status	ro	59
6501	VAR	Single turn resolution	ro	59
6502	VAR	Number of distinguishable revolution	ro	59
6800	RECORD	FSoE Slave Frame Elements	ro	58
6801	RECORD	FSoE Slave Frame Data	ro	58
7000	RECORD	FSoE Master Frame Elements	ro	61
7001	RECORD	FSoE Master Frame Data	ro	61
8000	RECORD	FSoE Parameter-Einstellungen	rw	62
F980	RECORD	Safe Address	ro	62

Tabelle 3: Geräte-Profilbereich

### 6.3.1 Objekt 6000h: Operating parameters

Das Objekt mit Index 6000h enthält nur den Mess-System Betriebsparameter für die Zählrichtungsumschaltung.

<b>Index</b>	<b>0x6000</b>
<b>Beschreibung</b>	Betriebsparameter
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED16
<b>Objektcode</b>	VARIABLE
<b>Zugriff</b>	rw
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Default</b>	<b>0</b>

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Zählrichtung	Position steigend	Position fallend
1 – 15	reserviert		

#### Bit 0, Zählrichtung:

Die Zählrichtung definiert, ob steigende oder fallende Positionswerte über die beiden Objekte 3012h und 6004h ausgegeben werden, wenn die Mess-System-Welle im Uhrzeigersinn oder Gegenuhrzeigersinn gedreht wird (Blickrichtung auf die Welle).

### 6.3.2 Objekt 6004h: Position value

Über Objekt 6004h wird der aktuelle NICHT-sicherheitsgerichtete skalierte Positionswert ausgegeben. Die Skalierung leitet sich dabei von den Einstellungen der Skalierungsparameter

- Messlänge
- Umdrehungen Zähler
- Umdrehungen Nenner

aus dem Objekt 2040h: Parameter grey ab, siehe ab Seite 42. Das Objekt ist nicht für das PDO Mapping vorgesehen. Die zyklische Ausgabe der NICHT-sicherheitsgerichteten Position über die Prozessdaten erfolgt jedoch generell über das Mapping-Objekt 0x1A01, siehe ab Seite 35.

<b>Index</b>	<b>0x6004</b>
<b>Beschreibung</b>	Positionswert (skaliert)
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Objektcode</b>	VARIABLE
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein

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 $2^{24}$

### 6.3.3 Objekt 6500h: Operating status

Dieses Objekt liefert den Betriebsstatus der im Objekt 6000h: Operating parameters konfigurierten Mess-System - Funktionen. Unterstützt wird jedoch nur die Funktion für die Zählrichtungsumschaltung.

<b>Index</b>	<b>0x6500</b>
<b>Beschreibung</b>	Betriebsstatus
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED16
<b>Objektcode</b>	VARIABLE
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein

Bit	Funktion	Bit = 0	Bit = 1
0	Zählrichtung	Position steigend	Position fallend
1 – 15	reserviert		

### 6.3.4 Objekt 6501h: Single-turn resolution

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

<b>Index</b>	<b>0x6501</b>
<b>Beschreibung</b>	Single-Turn Auflösung
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Objektcode</b>	VARIABLE
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Default</b>	Ausgabe in Schritte pro Umdrehung, gerätespezifisch

### 6.3.5 Objekt 6502h: Number of distinguishable revolutions

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

<b>Index</b>	<b>0x6502</b>
<b>Beschreibung</b>	Anzahl der Umdrehungen
<b>Datentyp</b>	UNSIGNED32
<b>Objektcode</b>	VARIABLE
<b>Zugriff</b>	ro
<b>PDO Mapping</b>	nein
<b>Default</b>	Ausgabe in Umdrehungen, gerätespezifisch

### 6.3.6 Objekt 6800h: FSoE Slave Frame Elements

Das Objekt wird benötigt, um zusammen mit „Objekt 6801h: FSoE Slave Frame Data (16-Bit/32-Bit)“ den vollständigen FSoE-Slave-Frame im TxPDO-Mapping Objekt 0x1A00 zu beschreiben.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
6800h	0	Anz. Einträge = 7	UNSIGNED8	ro
	1	FSoE Slave Command	UNSIGNED8	ro
	2	FSoE Slave Connection ID	UNSIGNED16	ro
	3	FSoE Slave CRC_0	UNSIGNED16	ro
	4	FSoE Slave CRC_1	UNSIGNED16	ro
	5	FSoE Slave CRC_2	UNSIGNED16	ro
	6	FSoE Slave CRC_3	UNSIGNED16	ro
	7	FSoE Slave CRC_4	UNSIGNED16	ro

### 6.3.7 Objekt 6801h: FSoE Slave Frame Data (16-Bit/32-Bit)

Das Objekt enthält die zyklischen sicherheitsgerichteten Nutz-Eingangsdaten für die beiden Modul-Varianten 16-Bit  $FS_{oE} 16bit$  und 32-Bit  $FS_{oE}$ , Aufbau siehe ab Seite 29.

Index	Subindex	Kommentar	16-Bit	32-Bit	Typ	Attr.
6801h	0	Anz. Einträge = 13	x	x	UNSIGNED8	ro
	1	Safe speed error	x	x	BOOL	ro
	2	Error acknowledge requested	x	x	BOOL	ro
	3	Safe preset OK	x	x	BOOL	ro
	4	Safe preset error	x	x	BOOL	ro
	5	Safe state	x	x	BOOL	ro
	6	Safe preset active	x	x	BOOL	ro
	7	Safe scaling error	x	x	BOOL	ro
	8	Safe absolute position	–	x	UNSIGNED32	ro
	9	Safe speed value	–	x	INTEGER32	ro
	10	Safe absolute position low word	x	–	UNSIGNED16	ro
	11	Safe absolute position high word	x	–	UNSIGNED16	ro
	12	Safe speed value low word	x	–	INTEGER16	ro
	13	Safe speed value high word	x	–	INTEGER16	ro

### 6.3.8 Objekt 7000h: FSoE Master Frame Elements

Das Objekt wird benötigt, um zusammen mit „Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data (16-Bit/32-Bit)“ den vollständigen FSoE-Master-Frame im RxPDO-Mapping Objekt 0x1600 zu beschreiben.

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
7000h	0	Anz. Einträge = 5	UNSIGNED8	ro
	1	FSoE Master Command	UNSIGNED8	ro
	2	FSoE Master Connection ID	UNSIGNED16	ro
	3	FSoE Master CRC_0	UNSIGNED16	ro
	4	FSoE Master CRC_1	UNSIGNED16	ro
	5	FSoE Master CRC_2	UNSIGNED16	ro

### 6.3.9 Objekt 7001h: FSoE Master Frame Data (16-Bit/32-Bit)

Das Objekt enthält die zyklischen sicherheitsgerichteten Nutz-Ausgangsdaten für die beiden Modul-Varianten 16-Bit  $F_{SoE} 16bit$  und 32-Bit  $F_{SoE}$ , Aufbau siehe ab Seite 29.

Index	Subindex	Kommentar	16-Bit	32-Bit	Typ	Attr.
7001h	0	Anz. Einträge = 6	x	x	UNSIGNED8	ro
	1	Safe preset preparation	x	x	BOOL	ro
	2	Safe preset request	x	x	BOOL	ro
	3	Error acknowledge	x	x	BOOL	ro
	4	Safe preset value	–	x	UNSIGNED32	ro
	5	Safe preset value low word	x	–	UNSIGNED16	ro
	6	Safe preset value high word	x	–	UNSIGNED16	ro

### 6.3.10 Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen

Das Objekt enthält alle sicherheitsgerichteten Konfigurationsparameter.

Index	Sub	Kommentar	Default [Einheit]	Typ	Attr.	Seite
8000h	0	Anz. Einträge	11	UNSIGNED8	ro	-
	1	SIL Level	2	UNSIGNED8	rw	62
	2	Rotational direction	True [steigend]	BOOL	rw	63
	3	Measuring range	536870912 [Schritte]	UNSIGNED32	rw	63
	4	Revolutions numerator	65536 [Umdr. Zähler]	UNSIGNED32	rw	63
	5	Revolutions denominator	1 [Umdr. Nenner]	UNSIGNED32	rw	63
	6	Speed format	1 [Umdr./min]	UNSIGNED8	rw	67
	7	Speed factor	1 [Faktor]	UNSIGNED16	rw	67
	8	Speed integration time	100 [ms]	UNSIGNED16	rw	68
	9	Speed filter intensity	0 [Filterstärke]	UNSIGNED8	rw	69
	10	Speed filter type	0 [statisch]	UNSIGNED8	rw	69
	11	Window increments	1000 [Inkremente]	UNSIGNED16	rw	70

#### 6.3.10.1 Subindex 1: SIL Level

Subindex 1 gibt den SIL Level an, den der Anwender vom jeweiligen sicherheitsgerichteten Gerät erwartet. Er wird mit der lokal gespeicherten Angabe des Herstellers verglichen. Das Mess-System unterstützt die Sicherheitsklassen SIL2 und SIL3.

UNSIGNED8

<b>Untergrenze</b>	2
<b>Obergrenze</b>	3
<b>Default</b>	2

Wert	Beschreibung
2	SIL-Level = 2
3	SIL-Level = 3

### 6.3.10.2 Subindex 2: Rotational direction

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

**⚠️ WARNUNG**

**ACHTUNG**

- 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)

### 6.3.10.3 Subindex 3, 4, 5: Skalierungsparameter

**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 Standardeinstellungen ab, kann, falls mehr als die zulässigen Umdrehungen im stromlosen Zustand ausgeführt werden, der Nullpunkt des Multi-Turn Mess-Systems verloren gehen!

**⚠️ WARNUNG**

**ACHTUNG**

- 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 6801h FSoE Slave Frame Data, Bit 7 Scaling Error = 1, angezeigt. Nach positiver Verifizierung kann das Scaling Error Bit durch Ausführung der Preset-Justage-Funktion gelöscht werden, siehe Kap. 5.1.3 auf Seite 33.

Über die Skalierungsparameter

- Subindex 3 - Measuring range = Messlänge
- Subindex 4 - Revolutions numerator = Umdrehungen Zähler
- Subindex 5 - 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 Nullpunktkorrektur, der eingestellten Zählrichtung und den eingegebenen Getriebeparametern verrechnet.

### Subindex 3: **MESSLÄNGE**

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

UNSIGNED32

<b>Untergrenze</b>	2 Schritte
<b>Obergrenze</b>	536 870 912 Schritte (30 Bit)
<b>Default</b>	<b>536870912</b>

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.

$$\text{Messlänge} = \text{Schritte pro Umdrehung} * \text{Anzahl der Umdrehungen}$$

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

### Subindex 4: **UMDREHUNGEN ZÄHLER** / Subindex 5: **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

<b>Untergrenze Zähler</b>	1
<b>Obergrenze Zähler</b>	256000
<b>Default Zähler</b>	65536

UNSIGNED32

<b>Untergrenze Nenner</b>	1
<b>Obergrenze Nenner</b>	16384
<b>Default Nenner</b>	1

### Formel für Getrieberechnung:

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

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

### 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**

$$\begin{aligned} \text{Messlänge in Schritten} &= \text{Anzahl Schritte pro Umdrehung} * \frac{\text{Anzahl Umdrehungen Zähler}}{\text{Anzahl Umdrehungen Nenner}} \\ &= 1348,073499 \text{ Schritte / Umdr.} * \frac{4096 \text{ Umdrehungen Zähler}}{1 \text{ Umdrehung Nenner}} \\ &= \mathbf{5521709 \text{ Schritte}} \text{ (abgerundet)} \end{aligned}$$

### 6.3.10.4 Subindex 6: Speed format

Subindex 6 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 <i>Speed factor</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 7.	
1	U/min * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Minute], multipliziert mit dem unter Parameter <i>Speed factor</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 7.	X
2	U/std * Faktor	Ausgabe in [Umdr./Stunde], multipliziert mit dem unter Parameter <i>Speed factor</i> eingestellten Faktor, siehe Subindex 7.	
3	Schritte/Integrationszeit	Ausgabe in [Schritte/ms]	

### 6.3.10.5 Subindex 7: Speed factor

Subindex 7 gibt für den Parameter Subindex 6: Speed format den Faktorwert an.

UNSIGNED16

<b>Untergrenze</b>	1
<b>Obergrenze</b>	1000
<b>Default</b>	1

## 6.3.10.6 Subindex 8: Speed integration time

Subindex 8 gibt für den Parameter Subindex 6: Speed format die Integrationszeit in [ms] an, siehe Seite 67.

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.

Wird die Funktion Dynamische Integrationszeit über den Wert 0 eingestellt, dann passt sich die Integrationszeit dynamisch der Geschwindigkeit an. Bei langsamer Drehzahl erhöht sich die Integrationszeit und bei hoher Drehzahl wird sie kleiner.

Die Integrationszeit stellt sich dabei immer so ein, dass die Geschwindigkeitsabweichung kleiner als 1 Promille (0,001) ist. Die Integrationszeit steigt nie über 219 ms

UNSIGNED16

<b>Dynamische Integrationszeit</b>	0
<b>Untergrenze</b>	1 ms
<b>Obergrenze</b>	1000 ms
<b>Default</b>	<b>100 ms</b>

### Beispiel

Gegeben:

- Programmierte Auflösung = 8192 Schritte pro Umdrehung
- Drehzahl = 4800 Umdrehungen pro Minute
- Integrationszeit  $t_i = 50 \text{ ms} = 0,05 \text{ s}$

Gesucht:

- Ausgabewert in Schritte/Integrationszeit

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

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

$$\text{Schritte/Integrationszeit} = \underline{\underline{32768 \text{ Schritte} / 50 \text{ ms}}}$$

### 6.3.10.7 Subindex 9: Speed filter intensity

Mit Hilfe des Parameters `Speed 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 `Speed filter type`. Dadurch kann das Geschwindigkeitssignal dem realen Verlauf bei Änderungen schnell folgen und ist im stationären Bereich stabil.

UNSIGNED8

<b>Untergrenze</b>	0
<b>Obergrenze</b>	10
<b>Default</b>	<b>0</b>

0: keine Filterung

1: schwache Filterung, hohe Grenzfrequenz

...

10: starke Filterung, niedrige Grenzfrequenz

### 6.3.10.8 Subindex 10: Speed filter type

Siehe hierzu auch Parameter Subindex 9: `Speed filter intensity` auf Seite 69.

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.	

### 6.3.10.9 Subindex 11: 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.

Wird die Funktion `Dynamische Fensterinkremente` über den Wert 0 eingestellt, dann passt sich der eingestellte Wert dynamisch der Geschwindigkeit an. Bei kleinen Geschwindigkeiten gilt ein kleines Fenster und bei hohen Geschwindigkeiten ein entsprechend großes Fenster.

Dabei gilt:

Dynamische Fensterinkremente =  $0,0675 * 1/\text{min} + 20$

Wenn der berechnete Wert kleiner als 50 ist, wird er auf 50 gesetzt.

UNSIGNED16

<b>Dynamische Fensterinkremente</b>	0
<b>Untergrenze</b>	50
<b>Obergrenze</b>	4000
<b>Default</b>	<b>1000</b>



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.

### 6.3.11 Objekt F980h: Safe Address

Das Objekt enthält in Subindex 1 die über die HEX-Drehschalter eingestellte Safety-Adresse, siehe Kapitel „FSOE-Adresse einstellen“ auf Seite 18. Unter Subindex zwei wird die Serien-Nr. des Mess-Systems notiert.

Index	Subindex	Kommentar	Default	Typ	Attr.
F980h	0	Anz. Einträge	2	UNSIGNED8	ro
	1	FSOE Address	18	UNSIGNED16	ro
	2	Serial Number	Serien-Nr.	UNSIGNED32	ro

---

## 7 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 (16<sup>0</sup>) und SW2 (16<sup>1</sup>) vorgenommen. Lage und Zuordnung der HEX-Drehschalter sind der beiliegenden Steckerbelegung zu entnehmen.

### Vorgehensweise:

1. Verschluss-Schraube lösen
2. OPERATIONAL-Zustand verlassen
3. Schalter SW1 / SW2 ≠ 0
4. Schalter SW1 / SW2 = 0
5. Warten, bis LED2 4x orange blinkt
6. Schalter SW1 = 2 / SW2 = 5, entspricht 0x52 = 'R' (RESET)
7. Warten, bis LED2 mit 2 Hz orange blinkt
8. Schalter SW1 / SW2 = 0
9. LED2 leuchtet für 3 s statisch
10. RESET wurde erfolgreich durchgeführt
11. Der Vorgang ist abgeschlossen, die Verschluss-Schraube kann wieder eingedreht werden

### 8 Ausgabe von Safe-Daten (Ersatzwerte)

Die Sicherheitsfunktion fordert, dass im Fehlerfall im sicherheitsgerichteten Safety-Kanal in folgenden Fällen statt der zyklisch ausgegebenen Werte die **Safe-Daten (0)** verwendet werden (FailSafeData).

- beim Anlauf des sicherheitsgerichteten Systems
- bei Fehlern in der sicherheitsgerichteten Kommunikation zwischen FSoE-Master und Mess-System über das FSoE-Protokoll
- wenn der unter den sicherheitsgerichteten Parametern eingestellte Wert für die Fensterinkremente überschritten wurde und/oder das intern errechnete Safety-Telegramm fehlerhaft ist
- wenn der, unter der entsprechenden Artikelnummer angegebene, zulässige Umgebungstemperaturbereich unterschritten bzw. überschritten wird
- Hardwaretechnische Fehler im Mess-System
- Abtastsystem doppelmagnetisch: wenn die elektrisch zulässige Drehzahl gemäß Sicherheits-handbuch überschritten worden ist. Da bis zu diesem Grenzwert ein fehlerfreier Betrieb garantiert wird, geschieht die eigentliche Ausgabe von Safe-Daten deshalb erst deutlich über dem angegebenen Grenzwert.
- wenn über das Objekt 2220h: TR safe state simulation der Wert 2Ch geschrieben wird, siehe Seite 48

Der über Standard-EtherCAT ansprechbare Prozessdatenkanal ist davon nicht unbedingt betroffen. Erkennt die interne Diagnose im Masterkanal keinen Fehler, so werden die Prozessdaten weiterhin ausgegeben. Diese Daten sind jedoch nicht sicher im Sinne einer Sicherheitsnorm.

Erkennt die interne Diagnose im Masterkanal einen Fehler, so werden auch für den NICHT-sicherheitsgerichteten Kanal **Safe-Daten (1)** verwendet.

## 9 Störungsbeseitigung und Diagnosemöglichkeiten

### 9.1 Optische Anzeigen

Zuordnung und Lage der Status-LEDs, siehe Kapitel „Bus-Statusanzeige“ auf Seite 27.

#### 9.1.1 Link / Activity LEDs

grüne LED	Ursache	Abhilfe
OFF	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Keine Ethernet-Verbindung	Kabel überprüfen
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
ON	Mess-System betriebsbereit, Ethernet-Verbindung hergestellt	-

#### 9.1.2 FSoE Status LED

grüne LED	Ursache	Abhilfe
OFF	Mess-System befindet sich in der Initialisierung oder ist ausgeschaltet	-
	Spannungsversorgung fehlt oder wurde unterschritten	- Spannungsversorgung, Verdrahtung prüfen - Liegt die Spannungsversorgung im zulässigen Bereich?
	Hardwarefehler, Mess-System defekt	Mess-System tauschen
Single flash (dauerhaft)	Mess-System verbleibt aufgrund nachfolgender Ursachen in der Initialisierungsphase: - keine Verbindung zum FSoE-Master - EtherCAT-Master befindet sich nicht im „RUN-Modus“ - falsche FSoE-Adresse - fehlerhaft bzw. nicht angepasste FSoE-Parameter	- Gesamte Verkabelung zwischen Mess-System und FSoE-Master überprüfen - EtherCAT-Master Projektierung überprüfen - Überprüfen, ob sich der EtherCAT-Master im RUN-Modus befindet - FSoE-Adresse überprüfen, diese muss systemweit eindeutig sein - FSoE-Parameter überprüfen, siehe ab Seite 62
Double flash (dauerhaft)	Mess-System verbleibt aufgrund nachfolgender Ursachen in der Ausgabe von Safe-Daten: - FSoE-Kommunikation wurde unterbrochen und wiederhergestellt. - FSoE Time Out	- Überprüfen, ob die eingestellten Timeout-Zeiten für die Automatisierungsaufgabe geeignet sind - Überprüfen, ob die Verbindung zwischen FSoE-Master und Mess-System gestört ist - Überprüfen, ob der FSoE-Master eine Fehlerquittierung benötigt
ON	OPERATIONAL	Normaler Betriebszustand, Safe state-Bit = 1

rote LED	Ursache	Abhilfe
<p>Single flash (grün = OFF)</p>	<p>Mess-System wartet auf eine Fehlerquittierung. SafeStatus-Bits: - Error acknowledge requested = 1 - Safe state = 0</p>	<p>Über Bit 2<sup>6</sup> Error acknowledge im Steuerwort SafeControl den Fehler zurücksetzen, siehe Seite 32.</p>
<p>ON (grün = OFF)</p>	<p><b>Es wurde ein sicherheitsrelevanter Fehler festgestellt, dass Mess-System wurde in den fehlersicheren Zustand überführt und gibt Safe-Daten aus:</b></p>	<p><b>Um das Mess-System nach einem sicherheitsrelevanten Fehler wieder in Betrieb nehmen zu können, muss der Fehler generell erst beseitigt werden. Anschließend kann das Safe state-Bit wieder auf 1 wechseln durch</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Fehlerquittierung mittels</b> Error acknowledge, bei Error acknowledge requested = 1 (rote LED blinkt nach beseitigtem Fehler)</li> <li><b>2. Versorgungsspannung AUS/EIN</b> (rote LED leuchtet statisch nach beseitigtem Fehler)</li> </ol>
	<p>– Fehler in der sicherheitsgerichteten Kommunikation</p>	<p>– Mit Hilfe von Diagnose-Mechanismen versuchen den Fehler einzugrenzen (steuerungsabhängig)</p>
	<p>– der eingestellte Wert für den Parameter Window increments wurde überschritten</p>	<p>– Überprüfen, ob der eingestellte Wert für den Parameter Window increments für die Automatisierungsaufgabe geeignet ist, siehe Kapitel „Subindex 11: Window increments“ auf Seite 70</p>
	<p>– der unter der entsprechenden Artikelnummer angegebene zulässige Umgebungstemperaturbereich wurde unterschritten bzw. überschritten</p>	<p>– Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass der zulässige Umgebungstemperaturbereich zu jeder Zeit eingehalten werden kann</p>
	<p>– Abtastsystem doppelmagnetisch: Die elektrisch zulässige Drehzahl gemäß Sicherheitshandbuch wurde überschritten</p>	<p>– Drehzahl in den zulässigen Bereich bringen. Fehler über Versorgungsspannung AUS/EIN quittieren</p>

## 9.2 Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm

Erkennt das Mess-System einen sicherheitsrelevanten Fehler, wechselt das Mess-System automatisch von der Prozessdaten-Ausgabe in den `FailSafeData`-Zustand. Wird der Fehler beseitigt und lässt der Fehlertyp einen Wiederanlauf zu, wechselt das Mess-System automatisch in die Prozessdaten-Ausgabe zurück. Allerdings verbleibt das `Safe state`-Bit auf „0“ und das Mess-System zeigt über Bit `Error acknowledge requested` = 1 eine erforderliche Fehlerquittierung über Bit `Error acknowledge` an. Nach ausgeführter Fehlerquittierung wird das `Safe state`-Bit wieder auf „1“ gesetzt, die Prozessdaten können wieder verwendet werden.

Bereiche: rot = Fehlereintritt / blau = Mess-System / gelb = FSoE-Applikation auf dem FSoE-Master

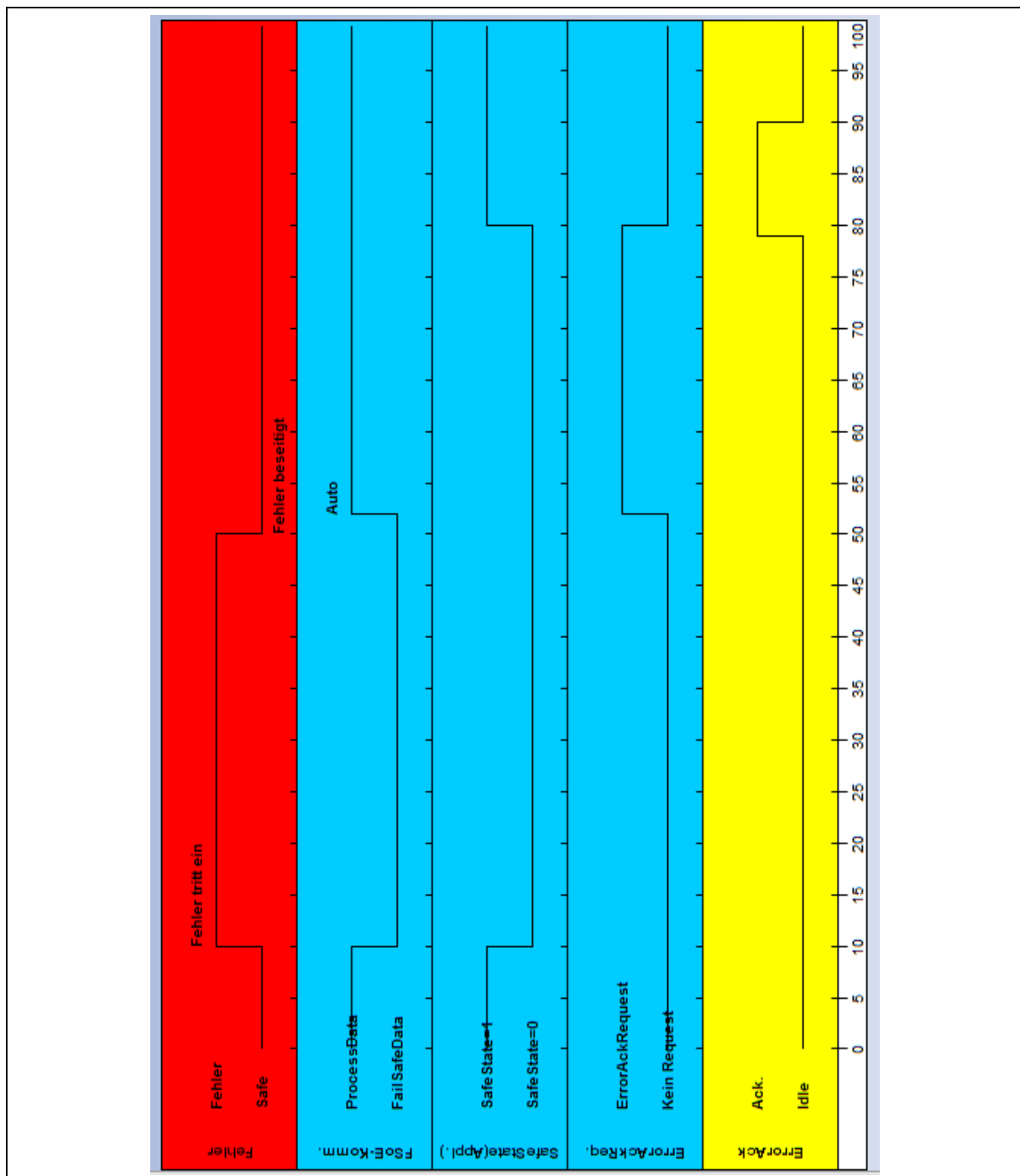


Abbildung 10: Fehlerquittierung - Ablaufdiagramm

### 9.3 Herstellerspezifische Diagnose (EtherCAT-Objekt)

Das Mess-System unterstützt folgendes herstellerspezifische Diagnose-Objekt:

Index	Subindex	Kommentar	Typ	Attr.
2200h	0	Anz. Einträge	UNSIGNED8	ro
	1	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	2	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	3	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro
	...	...	...	...
	38	herstellerspezifische Diagnose	OCTET STRING	ro

Bei den OCTET STRING's handelt es sich um einfache UNSIGNED8-Arrays mit einer Länge von jeweils 32 Byte.

Die Fehlerbeseitigung ist wie in Kapitel „Optische Anzeigen“ beschrieben, vorzunehmen. Kann der Fehler nicht behoben werden, können die Diagnosecodes mit Angabe der Artikelnummer zur Auswertung an die Firma TR Electronic übermittelt werden.

## 10 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.

Dokumentationsgrund	Datum	bearbeitet	geprüft

Unterpunkt	zu beachten	zu finden unter	ja
Vorliegendes Benutzerhandbuch wurde gelesen und verstanden	–	Dokumenten-Nr.: TR-ECE-BA-D-0177	<input type="checkbox"/>
Überprüfung, ob das Mess-System anhand der spezifizierten Sicherheitsanforderungen für die vorliegende Automatisierungsaufgabe eingesetzt werden kann	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit</li> <li>• Einhaltung aller technischen Daten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel Sicherheitsaufgaben der fehlersicheren Verarbeitungseinheit, Seite 14</li> <li>• Produktdatenblätter <a href="https://www.tr-electronic.de/s/S025874">https://www.tr-electronic.de/s/S025874</a></li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Anforderung an die Spannungsversorgung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das verwendete Netzteil muss den Anforderungen nach SELV/PELV (IEC 60364-4-41:2005) genügen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel Versorgungsspannung, Seite 17</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Ordnungsgemäße - Elektro-Installation (Schirmung) - Netzwerk-Installation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einhaltung der grundsätzlichen Regeln für die Installation</li> <li>• Einhaltung der Verkabelungsnormen bzw. von der EtherCAT-Nutzerorganisation spezifizierten Richtlinien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel Installation / Inbetriebnahmepvorbereitung, ab Seite 15</li> <li>• Kapitel Inbetriebnahme, Seite 26</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Systemtest nach Inbetriebnahme und Parameteränderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Inbetriebnahme und nach jeder Parameteränderung müssen alle betroffenen Sicherheitsfunktionen überprüft werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen ab Seite 62</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Preset-Justage-Funktion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muss sichergestellt werden, dass die Preset-Justage-Funktion nicht unbeabsichtigt ausgelöst werden kann</li> <li>• Nach Ausführung der Preset-Justage-Funktion muss vor Wiederanlauf die neue Position überprüft werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitel Preset-Justage-Funktion, Seite 33</li> </ul>	<input type="checkbox"/>
Geräteaustausch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es muss sichergestellt werden, dass das neue Gerät dem ausgetauschten Gerät entspricht</li> <li>• Alle betroffenen Sicherheitsfunktionen müssen überprüft werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitshandbuch (Checkliste Teil 1 von 2)</li> <li>• Kapitel Objekt 8000h: FSoE Parameter Einstellungen ab Seite 62</li> </ul>	<input type="checkbox"/>

## 11 Anhang

### 11.1 TÜV-Zertifikate

Download, CD\_582M +FS02

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0344](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0344)

Download, CD\_582M +FS03

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0350](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-DGB-0350)

### 11.2 EtherCAT-Zertifikat

Download

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0414](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0414)

### 11.3 Safety over EtherCAT - Zertifikat

Download

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0413](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-TI-GB-0413)

### 11.4 EU-Konformitätserklärungen

Download, FS02

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0354](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0354)

Download, FS03

[www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0358](http://www.tr-electronic.de/f/TR-ECE-KE-DGB-0358)