

Inbetriebnahmeanleitung

FTE

Kraft-Momenten-Sensorsystem



Impressum

Urheberrecht:

Diese Anleitung ist urheberrechtlich geschützt. Urheber ist die SCHUNK GmbH & Co. KG. Alle Rechte vorbehalten.

Technische Änderungen:

Änderungen im Sinne technischer Verbesserungen sind uns vorbehalten.

Dokumentenummer: 1485777

Auflage: 02.00 | 04.11.2022 | de

Sehr geehrte Kundin,

sehr geehrter Kunde,

vielen Dank, dass Sie unseren Produkten und unserem Familienunternehmen als führendem Technologieausrüster für Roboter und Produktionsmaschinen vertrauen.

Unser Team steht Ihnen bei Fragen rund um dieses Produkt und weiteren Lösungen jederzeit zur Verfügung. Fragen Sie uns und fordern Sie uns heraus. Wir lösen Ihre Aufgabe!

Mit freundlichen Grüßen

Ihr SCHUNK-Team

Customer Management

Tel. +49-7133-103-2503

Fax +49-7133-103-2189

cmg@de.schunk.com



Betriebsanleitung bitte vollständig lesen und produktnah aufbewahren.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	4
1.1	Zu dieser Anleitung.....	4
1.1.1	Darstellung der Warnhinweise	4
1.1.2	Mitgeltende Unterlagen	5
1.2	Gewährleistung	5
1.3	Lieferumfang	5
2	Grundlegende Sicherheitshinweise	6
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	6
2.2	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	6
2.3	Bauliche Veränderungen	6
2.4	Ersatzteile	6
2.5	Personalqualifikation.....	6
2.6	Entsorgung.....	7
2.7	Hinweise auf besondere Gefahren	7
3	Technische Daten.....	8
3.1	Basisdaten	8
3.2	Kraft-Momenten-Sensor.....	8
4	Aufbau und Beschreibung	9
4.1	Aufbau	9
4.2	Beschreibung	10
4.3	Status-LEDs	10
4.4	Blockdiagramm ECATOEM.....	14
5	Montage und Einstellungen	15
5.1	Montieren und anschließen	15
5.2	Anschlüsse	16
5.2.1	Mechanischer Anschluss.....	16
5.2.2	Elektrischer Anschluss	17
6	Inbetriebnahme	23
6.1	EtherCAT-Bus-Schnittstelle.....	23
6.1.1	PDO Interface	23
6.1.2	EtherCAT-Dictionary-Objects (SDO-Daten).....	23
6.2	Werkzeugtransformation	35
7	Fehlerbehebung.....	38
7.1	Sättigung.....	38
7.2	Signalrauschen.....	38
7.3	Messdatenabweichung / Drift	38
7.4	Hysterese.....	38
8	EU-Konformitätserklärung	39
9	Anlage zur Konformitätserklärung	40

1 Allgemein

1.1 Zu dieser Anleitung

Diese Anleitung enthält wichtige Informationen für einen sicheren und sachgerechten Gebrauch des Produkts.

Die Anleitung ist integraler Bestandteil des Produkts und muss für das Personal jederzeit zugänglich aufbewahrt werden.

Vor dem Beginn aller Arbeiten muss das Personal diese Anleitung gelesen und verstanden haben. Voraussetzung für ein sicheres Arbeiten ist das Beachten aller Sicherheitshinweise in dieser Anleitung.

Abbildungen in dieser Anleitung dienen dem grundsätzlichen Verständnis und können von der tatsächlichen Ausführung abweichen.

Neben dieser Anleitung gelten die aufgeführten Dokumente unter ▶ 1.1.2 [📄 5].

1.1.1 Darstellung der Warnhinweise

Zur Verdeutlichung von Gefahren werden in den Warnhinweisen folgende Signalworte und Symbole verwendet.



⚠️ GEFAHR

Gefahren für Personen!

Nichtbeachtung führt sicher zu irreversiblen Verletzungen bis hin zum Tod.



⚠️ WARNUNG

Gefahren für Personen!

Nichtbeachtung kann zu irreversiblen Verletzungen bis hin zum Tod führen.



⚠️ VORSICHT

Gefahren für Personen!

Nichtbeachtung kann zu leichten Verletzungen führen.

ACHTUNG

Sachschaden!

Informationen zur Vermeidung von Sachschäden.

1.1.2 Mitgeltende Unterlagen

- Allgemeine Geschäftsbedingungen *
- Katalogdatenblatt des gekauften Produkts *
- Montage- und Betriebsanleitung des Sensors *

Die mit Stern (*) gekennzeichneten Unterlagen können unter **schunk.com** heruntergeladen werden.

1.2 Gewährleistung

Die Gewährleistung beträgt 12 Monate ab Lieferdatum Werk bei bestimmungsgemäßem Gebrauch unter folgenden Bedingungen:

- Beachten der Umgebungs- und Einsatzbedingungen

Werkstückberührende Teile und Verschleißteile sind nicht Bestandteil der Gewährleistung.

1.3 Lieferumfang

Der Lieferumfang des Kraft-Momenten-Sensorsystem FTE beinhaltet je nach bestellter Variante:

- Kraft-Momenten-Sensor mit Sensorkabel
- ECATOEM oder ECATBA (nur bei den Baugrößen Nano und Mini)
- Inbetriebnähmeanleitung
- Inbetriebnahme-CD mit Kalibrierungszertifikaten
- Beipack

2 Grundlegende Sicherheitshinweise

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Produkt dient dem Erfassen, Umwandeln und Auswerten von analogen Ausgangssignalen in elektrische Signale.

- Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch das Einhalten aller Angaben in dieser Anleitung.

2.2 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Das Produkt ist kein Sicherheitsbauteil im Sinne der EG Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und darf nicht in sicherheitsbezogenen Teilen von Maschinensteuerungen verwendet werden.

2.3 Bauliche Veränderungen

Durchführen von baulichen Veränderungen

Durch Umbauten, Veränderungen und Nacharbeiten, z. B. zusätzliche Gewinde, Bohrungen, Sicherheitseinrichtungen können Funktion oder Sicherheit beeinträchtigt oder Beschädigungen am Produkt verursacht werden.

- Bauliche Veränderungen nur mit schriftlicher Genehmigung von SCHUNK durchführen.

2.4 Ersatzteile

Verwenden nicht zugelassener Ersatzteile

Durch das Verwenden nicht zugelassener Ersatzteile können Gefahren für das Personal entstehen und Beschädigungen oder Fehlfunktionen am Produkt verursacht werden.

- Nur Originalersatzteile und von SCHUNK zugelassene Ersatzteile verwenden.

2.5 Personalqualifikation

Unzureichende Qualifikation des Personals

Wenn nicht ausreichend qualifiziertes Personal Arbeiten an dem Produkt durchführt, können schwere Verletzungen und erheblicher Sachschaden verursacht werden.

- Alle Arbeiten durch dafür qualifiziertes Personal durchführen lassen.
- Vor Arbeiten am Produkt muss das Personal die komplette Anleitung gelesen und verstanden haben.
- Landesspezifische Unfallverhütungsvorschriften und die allgemeinen Sicherheitshinweise beachten.

2.6 Entsorgung

Verhalten beim Entsorgen

Durch unsachgemäßes Verhalten beim Entsorgen können Gefahren von dem Produkt ausgehen, die zu schweren Verletzungen, erheblichem Sachschaden und Umweltschaden führen können.

- Bestandteile des Produkts nach den örtlichen Vorschriften dem Recycling oder der ordnungsgemäßen Entsorgung zuführen.

2.7 Hinweise auf besondere Gefahren



⚠ GEFAHR

Gefahr durch elektrische Spannung!

Das Berühren von spannungsführenden Teilen kann zum Tod führen.

- Energieversorgung vor Montage-, Einstell- und Wartungsarbeiten abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
- Der elektrische Anschluss darf nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Spannungsfreiheit feststellen, erden und kurzschließen.
- Spannungsführende Teile abdecken.

ACHTUNG

Beschädigung des Sensors möglich!

Die innere Elektronik kann beschädigt werden.

- Nano, Mini und IP-geschützt niemals öffnen.
- Keine Befestigungselemente entfernen.
- Keine Bohrungen am Sensor durchführen.
- Innere Elektronik vor Verschmutzung schützen.

ACHTUNG

Beschädigung des Sensors möglich!

Schnittstelle vor der Montage in Betrieb nehmen!

- Bei Montage auf die wirkenden Kräfte und Momente achten.

3 Technische Daten

3.1 Basisdaten

Bezeichnung	ECATOEM PCB	ECATBA
Eigenmasse [kg]	0.17	0.455

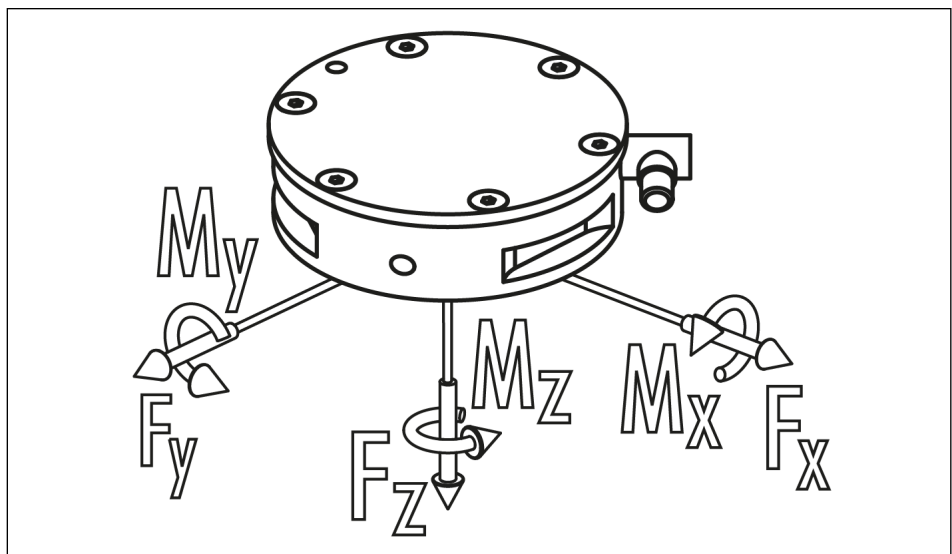
Weitere technische Daten enthält das Katalogdatenblatt. Es gilt jeweils die letzte Fassung.

3.2 Kraft-Momenten-Sensor

HINWEIS

Alle Kräfte und Momente, die auf den Sensor wirken, müssen innerhalb des spezifizierten Messbereichs liegen. Das Überschreiten des Messbereichs reduziert die maximale Anzahl an Lastzyklen und kann zur Beschädigung des Sensors führen.

Informationen zu den Messbereichen jedes einzelnen Kraft-Momenten-Sensors enthält das Katalogdatenblatt. Es gilt die jeweils letzte Fassung.



Dimensionen und max. Belastungen am Kraft-Momenten-Sensor

Detaillierte Informationen zum Aufbau, der Montage und der Wartung des Sensors enthält die Montage- und Betriebsanleitung des Sensors, ► [1.1.2 \[5 \]](#).

4 Aufbau und Beschreibung

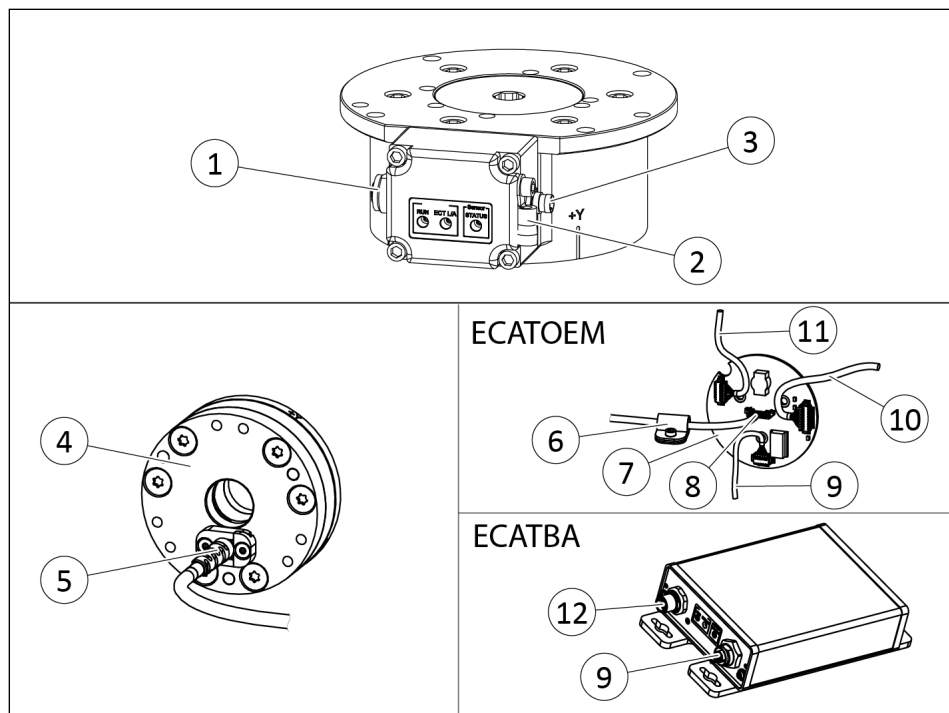
4.1 Aufbau

HINWEIS

Der Übersicht halber sind in dieser Anleitung an einigen Stellen die Baugrößen der Kraft-Momenten-Sensoren zu zwei Baugrößengruppen zusammengefasst:

- FT Nano und FT Mini
- FT Gamma, FT Delta und FT Omega

Kraft-Momenten-Sensor



Oben: Kraft-Momenten-Sensor mit Schnittstellenelektronik (ab Gamma und größer) /
Unten: Kraft-Momenten-Sensor mit Sensorkabel (Nano und Mini)

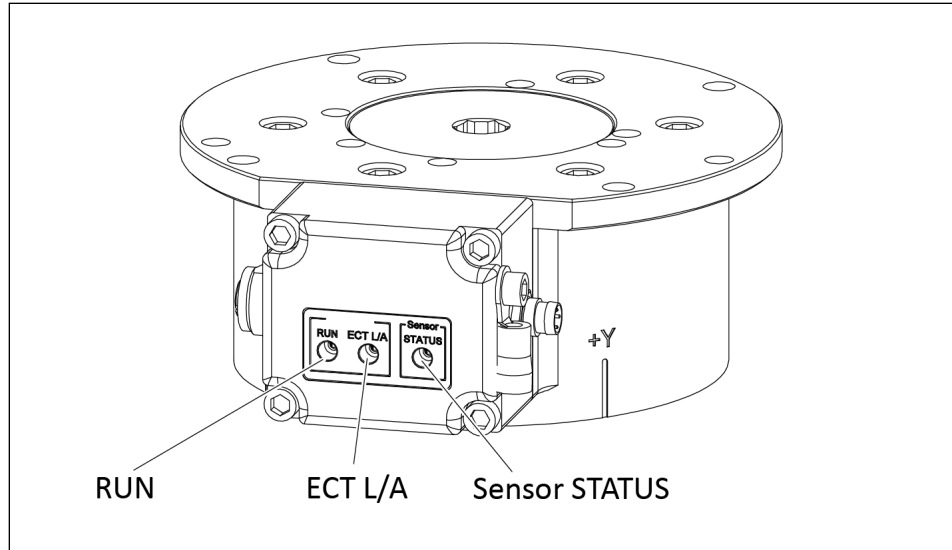
1	Anschluss für EtherCAT-Master
2	Erdungsanschluss
3	Anschluss für externe Spannungsversorgung
4	FT-Sensor mit EC8-Kabel
5	Zugentlastung
6	Kundenseitige Zugentlastung
7	EtherCat-Schnittstellenkarte
8	Molex Picoblade-Stecker
9	EtherCat mit optionalem Mode A PoE
10	Optionale externe LED's
11	Optionale Stromversorgung und Monitorignal VDC (20 bis 48 V)
12	Stromanschluss

4.2 Beschreibung

Der Kraft-Momenten-Sensor wird mit Hilfe von EtherCAT mit dem System verbunden. Die Schnittstelle ist für alle Sensoren der Baureihen Nano und Mini sowie für ausgewählte IP-Varianten der Baureihen Gamma, Delta und Omega verfügbar.

4.3 Status-LEDs

EtherCAT Sensor



EtherCAT Verbindung/Aktivität LED

LED Status	Verbindung/ Link	Aktivität	Zustand
Aus	Nein	Nein	Anschluss deaktiviert
Grün	Ja	Nein	Anschluss verfügbar
Blinkt grün	Ja	Ja	Anschluss verfügbar

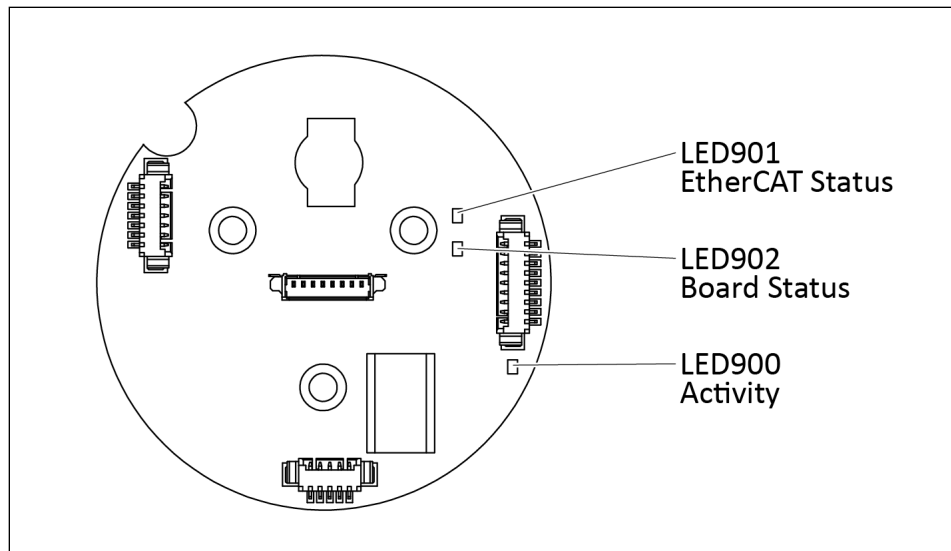
RUN LED

LED Status	Beschreibung
Aus	Gerät befindet sich im Zustand INIT.
Blinkt grün	Gerät befindet sich im Zustand PRE-OPERATIONAL.
Grün	Gerät befindet sich im Zustand OPERATIONAL.

Sensor STATUS LED

LED Status	Beschreibung
Aus	Keine Fehler, das Status-Byte ist Null
Rot	Das Status-Byte ist ungleich Null. Ein Diagnosefehler ist aufgetreten oder eine Überwachungsgrenze ist überschritten

ECATOEM



LED900 Verbindung/Aktivität

LED Status	Verbindung/ Link	Aktivität	Zustand
Aus	Nein	Nein	Anschluss deaktiviert
Grün	Ja	Nein	Anschluss verfügbar
Blinkt grün	Ja	Ja	Anschluss verfügbar

LED901 EtherCAT Status

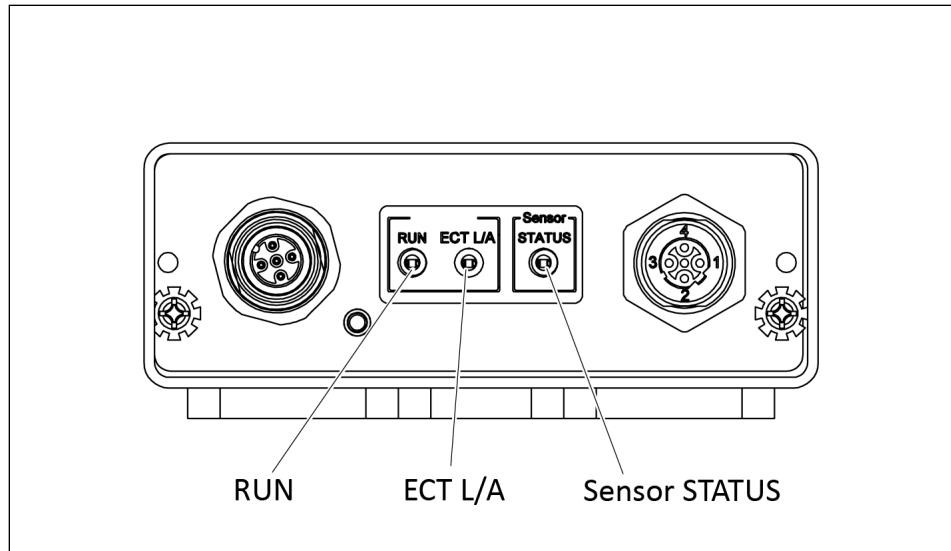
LED Status	RUN Status	ERROR Status	Beschreibung
Aus	INIT	Nein	Gerät befindet sich im Zustand INIT.
Blinkt grün	PRE-OP	Nein	Gerät befindet sich im Zustand PRE- OPERATIONAL.
Blinkt einmal grün	SAFE-OP	Nein	Gerät befindet sich im Zustand SAFE- OPERATIONAL.
Grün	OP	Nein	Gerät befindet sich im Zustand OPERATIONAL.
Blinkt zweimal rot		Process Data Watchdog Timeout	Zeitüberschreit ung bei den Verbindungen.

LED Status	RUN Status	ERROR Status	Beschreibung
Blinkt einmal rot		Local Error	Die Slave-Geräteanwendung hat den EtherCAT-Zustand aufgrund eines lokalen Fehlers selbstständig geändert.
Blinkt rot		Invalid Configuration Error	Allgemeiner Konfigurationsfehler.

LED902 Board Status

LED Status	Status / Zustand	Beschreibung
Aus	Aus	Keine Spannungsversorgung angeschlossen.
Grün	Alles in Ordnung	Voll funktionsfähig, keine Fehler.
Orange	Sättigung	Kraft-Momenten-Sensor ist gesättigt. Die Eingangsspannung eines Dehnmessstreifens ist zu hoch. Die ausgegebenen Werte sind ungültig. Falls verfügbar, unempfindlichere Kalibrierung verwenden.
Rot	Spannungsfehler	Eine der internen Diagnosespannungen liegt außerhalb des akzeptablen Bereich.
Blinkt rot (1 Hz)	Keine Kalibrierung geladen	Der aktive Kalibrierungssteckplatz ist leer oder hat einen Prüfsummenfehler.
Blinkt rot (10 Hz)	Kommunikationsfehler mit ECAT ASIC	Keine oder fehlerhafte Kommunikation zwischen uC und EtherCAT ASIC.
Blinkt rot (20 Hz)	Messwertempfänger gesättigt	Einer oder mehrere der Messwertempfänger des Sensors sind gesättigt. Kraftanwendung beenden und warten, bis der Fehler behoben ist. Wenn der Fehler nicht behoben wird, signalisiert dieser Status eine mögliche mechanische Beschädigung oder einen Stromausfall an.

ECATBA



EtherCAT Verbindung/Aktivität LED

LED Status	Verbindung/ Link	Aktivität	Zustand
Aus	Nein	Nein	Anschluss deaktiviert
Grün	Ja	Nein	Anschluss verfügbar
Blinkt grün	Ja	Ja	Anschluss verfügbar

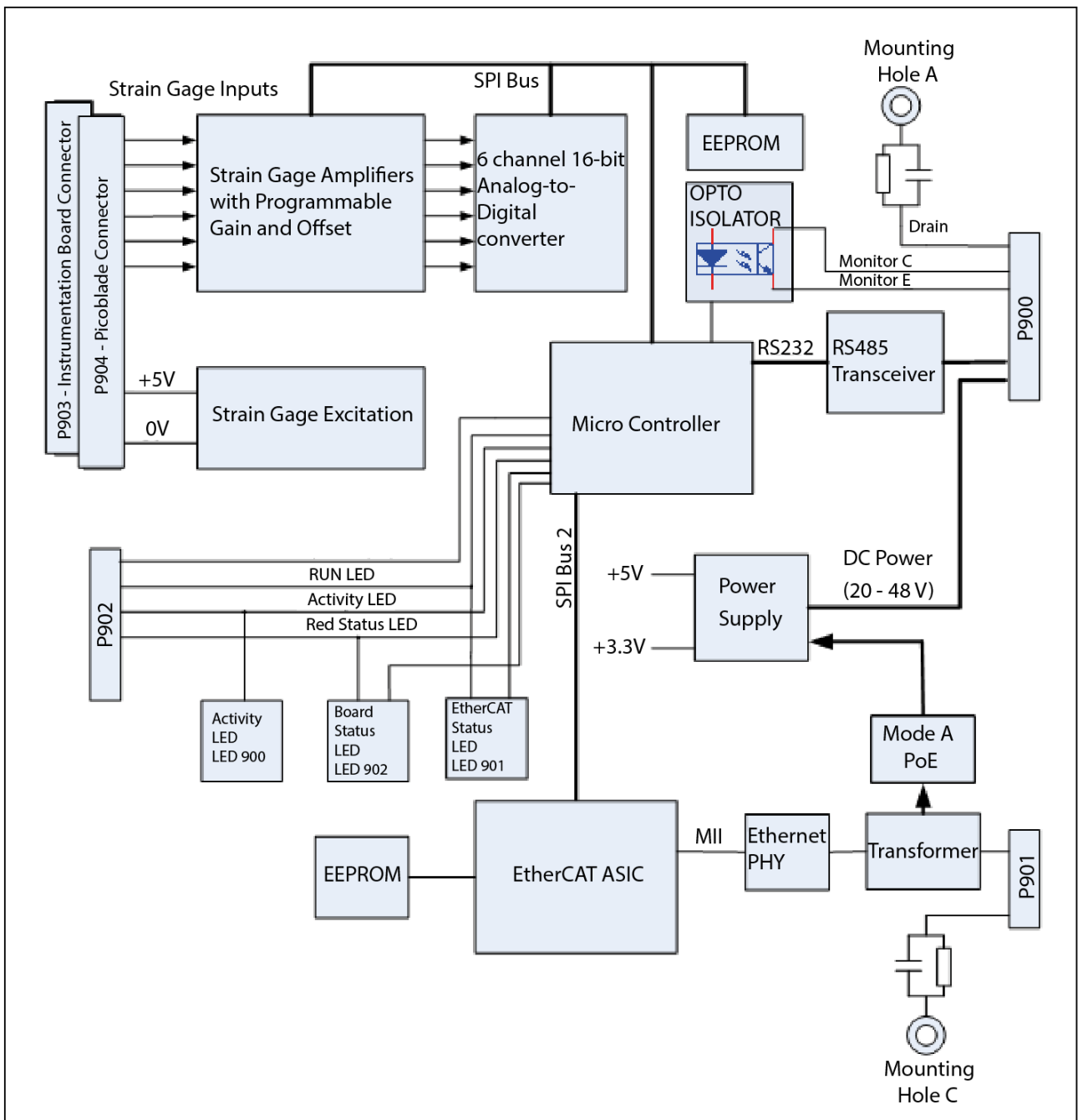
RUN LED

LED Status	Beschreibung
Aus	Gerät befindet sich im Zustand INIT.
Blinkt grün	Gerät befindet sich im Zustand PRE- OPERATIONAL.
Grün	Gerät befindet sich im Zustand OPERATIONAL.

Sensor STATUS LED

LED Status	Beschreibung
Aus	Keine Fehler, das Status-Byte ist Null
Rot	Das Status-Byte ist ungleich Null. Ein Diagnosefehler ist aufgetreten oder eine Überwachungsgrenze ist überschritten

4.4 Blockdiagramm ECATOEM



5 Montage und Einstellungen

5.1 Montieren und anschließen



⚠ GEFAHR

Gefahr durch elektrische Spannung!

Das Berühren von spannungsführenden Teilen kann zum Tod führen.

- Energieversorgung vor Montage-, Einstell- und Wartungsarbeiten abschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
- Der elektrische Anschluss darf nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Spannungsfreiheit feststellen, erden und kurzschließen.
- Spannungsführende Teile abdecken.

ACHTUNG

Beschädigung der Elektronik möglich!

Durch einen fehlerhaften Anschluss kann es zu Schäden an der internen Elektronik kommen.

- PIN-Belegung der Anschlussklemmen beachten.
- Auf ordnungsgemäße Erdung aller Komponenten achten.

1. Komponenten des Kraft-Momenten-Sensorsystems miteinander verbinden, ▶ 5.2.2 [17].
2. Optional: Software installieren, ▶ 6 [23].
3. Auf Funktionalität prüfen.
4. Kraft-Momenten-Sensor an Roboter montieren, siehe Montage- und Betriebsanleitung des Sensors.

5.2 Anschlüsse

5.2.1 Mechanischer Anschluss

ACHTUNG

Beschädigung des Sensors möglich!

- Innere Elektronik nicht berühren.
- Innere Elektronik vor Verschmutzung schützen.

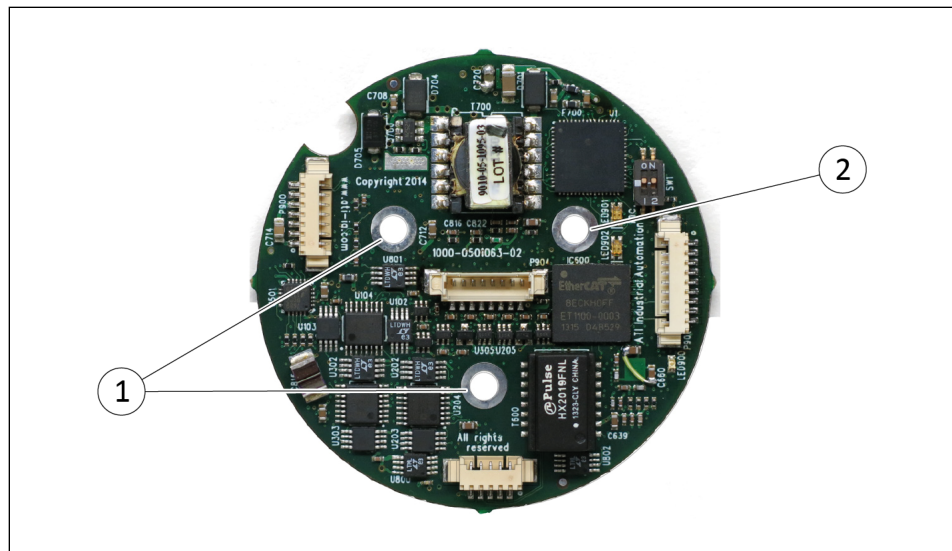
ACHTUNG

Beschädigung der Kontakte möglich!

Der Sensor hat keine Zugentlastung.

- Eine geeignete Zugentlastung im Endprodukt vorsehen.

ECATOEM



- ECATOEM-Schnittstellenplatine über die drei Montagebohrungen (1+2) mit M3-Befestigungselementen befestigen. Sicherstellen, dass die Montagebohrungen (1) mit der Gehäuse-Masse verbunden sind.
VORSICHT! Schnittstellenkarte erst nach Montage anschließen und wenn alle leitenden Werkzeuge entfernt sind!
ACHTUNG! Um die Vibrationen der Leiterplatte zu minimieren, sollten alle drei Befestigungslöcher genutzt werden.

5.2.2 Elektrischer Anschluss

Anforderungen an die Stromversorgung *

Art der Spannungsversorgung **	Min. Spannung [V]	Min. Spannung [V]	Max. Energieverbrauch
Power-over-Ethernet ***	36	57	6
Pwr/CAN	11	25	6

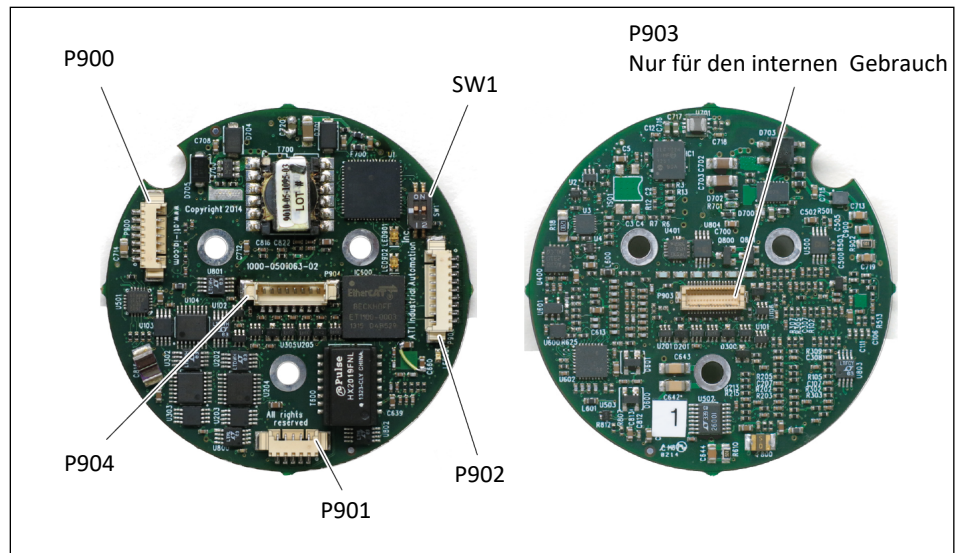
* Ein FT Gamma und seine integrierte Elektronik verbraucht 2.4 W der Systemleistung. Andere FT-Sensoren verbrauchen weniger Strom.

** Es wird jeweils nur von einer Stromquelle Strom bezogen.

*** Entspricht IEEE 802.3af, Klasse 0, empfängt Strom von Datenleitungen. Verwendet Modus A, um Strom zu empfangen. Modus B wird nicht unterstützt.

5.2.2.1 ECATOEM

Anschluss ECATOEM



Anschluss ECATOEM

P900 Anschluss für optionale Gleichstromversorgung und Monitorsignalschnittstelle

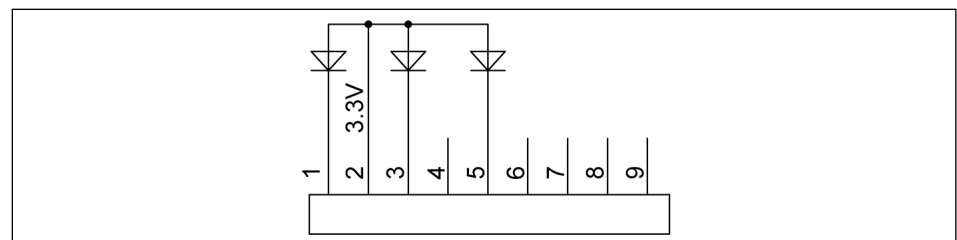
Pin	Signal	Beschreibung
1	SL_GND	Spannungsversorgung Masse, 20 bis 48 VDC
2	RS485-	- Serielle Schnittstelle zur NetBox
3	DRAIN	Serielle Schnittstellenabschirmung
4	RS485+	+ Serielle Schnittstelle zur NetBox
5	SL_VP	Spannungsversorgung positiv, 20 bis 48 VDC
6	MONITOR_E	Überwachungssignal: Emitterkontakt des Optokopplers
7	MONITOR_C	Überwachungssignal: Kollektorkontakt des Optokopplers

P901 Stecker für EtherCAT-Schnittstellen

Pin	Signal	Beschreibung
1	TX+	Ethernet-Übertragung +
2	TX-	Ethernet-Übertragung -
3	RX+	Ethernet-Empfang +
4	RX-	Ethernet-Empfang -
5	Shield	Abschirmung des Ethernetkabels

P902 Anschluss für optionale externe LEDs

Pin	Signal	Beschreibung
1	RUN_LED	Anschluss an die Kathode der optionalen externen EtherCAT RUN-LED
2	+3.3V	Anschluss an die Anode der optionalen externen LEDs
3	ACTIVITY_LED	Anschluss an die Kathode der optionalen externen ACTIVITY-LED
4	+3.3V	Anschluss an die Anode der optionalen externen LEDs
5	RED_STATUS_LED	Anschluss an die Kathode der optionalen externen Board Status LED
6	Reserved	Für die uC-Programmierung
7	Reserved	Für die uC-Programmierung
8	Reserved	Für die uC-Programmierung
9	DGND	Masse für +3.3 V; wird für die uC-Programmierung verwendet



P902 LED-Schaltplan

P904 Anschluss für DMS-Signale vom Kraft-Momenten-Sensor

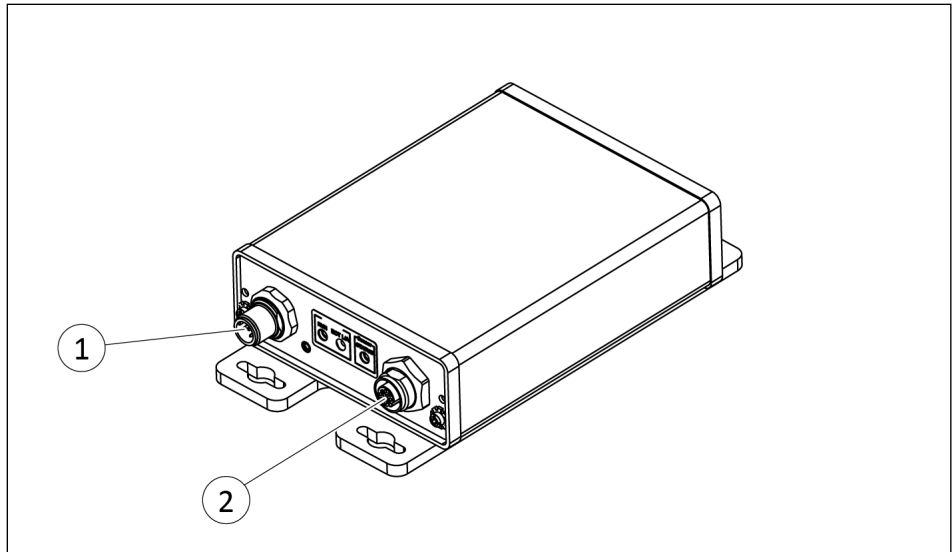
Pin	Signal	Beschreibung
1	+VSG	5V, Versorgungsspannung der positiven DMS-Brücke
2	-VSG	0V, Negative DMS-Brücken-Versorgungsspannung
3	G0	Dehnungsmessstreifen 0 Spannung
4	G1	Dehnungsmessstreifen 1 Spannung
5	G2	Dehnungsmessstreifen 2 Spannung
6	G3	Dehnungsmessstreifen 3 Spannung
7	G4	Dehnungsmessstreifen 4 Spannung
8	G5	Dehnungsmessstreifen 5 Spannung

Dip-Schalter SW1

Position	AN/AUS	Beschreibung
1	AN	Nicht verwenden
	AUS	Standardeinstellungen AUS
2	AN	Nicht verwenden
	AUS	Standardeinstellungen AUS

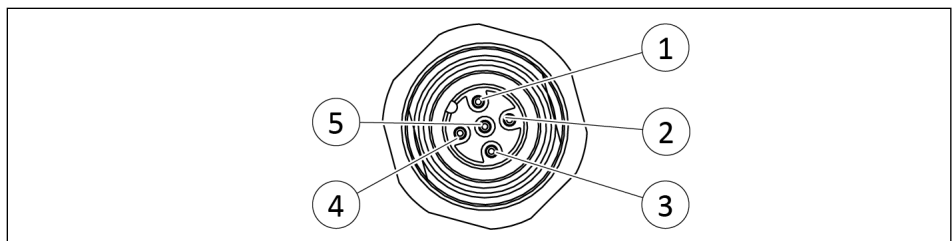
ACHTUNG! Dip-Schalter in der Standardeinstellung lassen. Eine Änderung der Dip-Schalter-Einstellungen kann sich negativ auf die Funktionalität der EtherCAT-Karte auswirken.

5.2.2.2 ECATBA



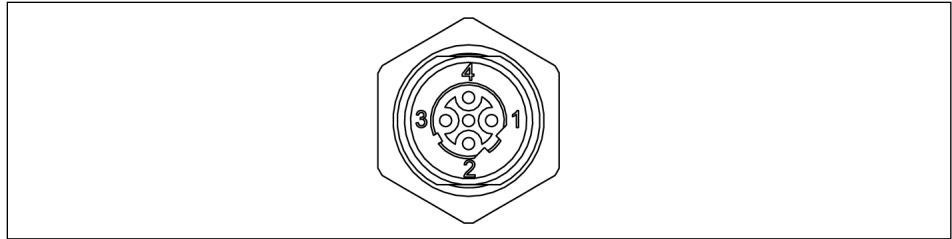
Anschluss ECATBA

1	Stromanschluss
2	EtherCat mit optionalem Mode A PoE



M12 Stecker, 5-polig

Pin	Signal
1	N/C
2	V+
3	GND
4	N/C
5	N/C



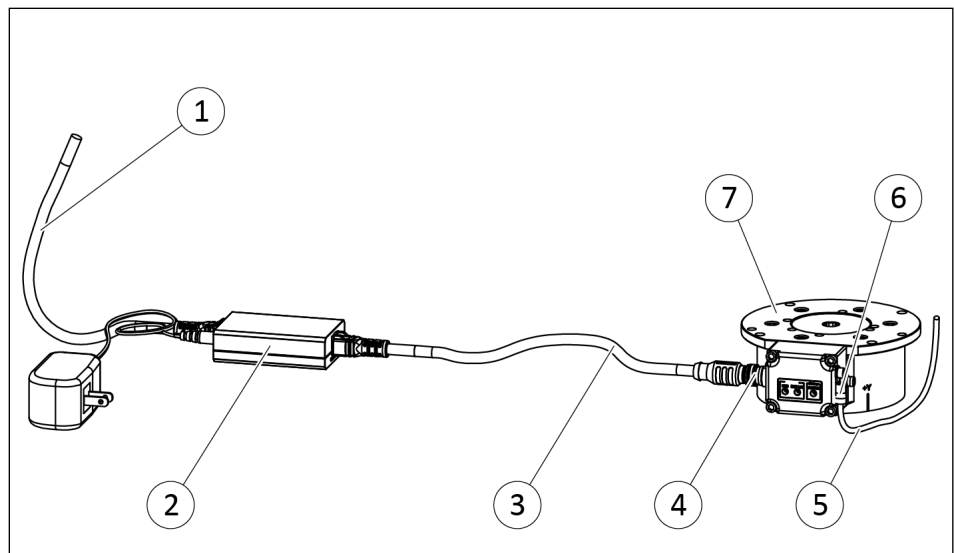
Buchse Eurofast-Anschluss, 4-polig

Pin	Signal
1	TX+
2	RX+
3	TX-
4	RX-

5.2.2.3 EtherCAT

ACHTUNG! Der Sensor kann über PoE (Power over Ethernet) oder über eine Gleichstromquelle mit einem Ausgangsspannungsbereich von 20 bis 48 V betrieben werden.

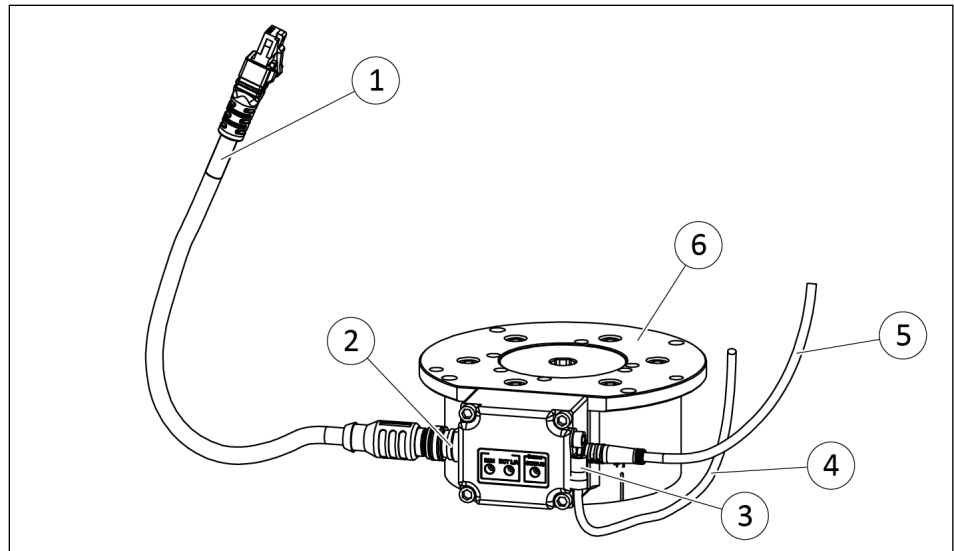
Anschluss über PoE



Anschluss EtherCAT Master

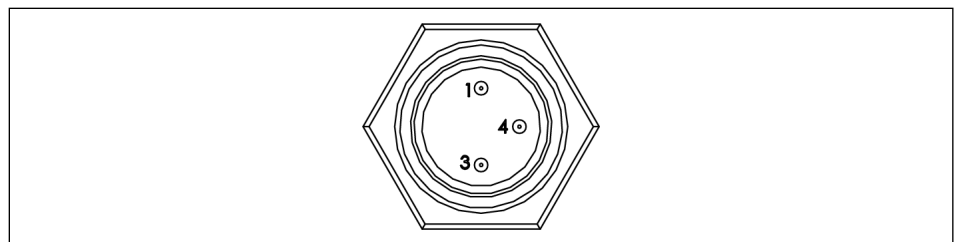
1. Externe Wechselstromversorgung des PoE-Injektors (2) anschließen.
2. EtherCAT-Kabel (1) an PoE-Injektors (2) anschließen.
3. PoE-Injektor mit dem EtherCAT-Kabel (3) verbinden.
4. EtherCAT-Kabel (3) am EtherCAT-Sensor (4) anschließen.

**Anschluss über
externe
Stromversorgung**



Anschluss EtherCAT Master

1. EtherCAT-Kabel (1) an den M12-Stecker (2) am EtherCAT-Sensor (6) anschließen.
2. Externes Stromkabel (5) an den 3-poligen M8-Stecker am EtherCAT-Sensor (6) anschließen.
3. Optional Erdungskabel (4) an Erdungsanschluss (3) anschließen.



Buchse Stromanschluss, M8 3-Pin

Pin	Signal
1	V+ (20 V bis 48 VDC)
3	GND
4	-

6 Inbetriebnahme

6.1 EtherCAT-Bus-Schnittstelle

Die EtherCAT-Bus-Schnittstelle erlaubt es Anwendern, die folgenden Aktionen auszuführen:

- Feststellen, welche Kalibrierung aktiv ist
- Auswahl einer aktiven Kalibrierung
- Lesen der aktiven Kalibrierungs-Informationsmatrix, Seriennummer usw.
- Lesen der Firmware-Revision des ECATOEM
- Lesen der Daten über Kräfte/Drehmoment
- Lesen der Daten des Dehnungsmessstreifens und der Statusinformationen
- Konfigurieren der Werkzeugtransformation
- Einstellen der Überwachungsbedingungen
- Einstellen der Tiefpassfilter-Abschaltfrequenz
- Den Sensor unter Vorspannung setzen

6.1.1 PDO Interface

Die PDO-Schnittstelle tauscht Daten mit dem F/T- Sensor in hoher Geschwindigkeit aus.

- TxPDO Map / Output Data
Der TxPDO kombiniert Object 0x6000: Daten lesen, Object 0x6010: Status-Code und Object 0x6020: Abtast-Zähler.
- RxPDO Map / Input Data
Die RxPDO Map besteht aus Object 0x7010: Steuer-Codes.

6.1.2 EtherCAT-Dictionary-Objects (SDO-Daten)

Die SDO-Daten konfigurieren den Sensor und lesen das Herstellungs- und Kalibrierungsdatum ein. In diesem Abschnitt sind spezielle Dictionary-Objekte für die EtherCAT-F/T-Sensoranwendung aufgeführt; es werden keine Objekte aufgeführt, die erforderlicher Bestandteil des EtherCAT-Standards sind.

6.1.2.1 Object 0x2020: Werkzeugtransformation

Dieses beschreibbare Objekt enthält die folgenden 32-Bit-Ganzzahlfelder mit Vorzeichen:

Subindex	Name	Beschreibung
0x01	Rx	Die Drehung um die X-Achse, in Einheiten von 0.1 Grad, z. B. ein Rx-Wert von 900 = 90 Grad.
0x02	Ry	Die Drehung um die Y-Achse, in Einheiten von 0.1 Grad.
0x03	Rz	Die Drehung um die Z-Achse, in Einheiten von 0.1 Grad.
0x04	Dx	Die Verschiebung entlang der X-Achse, in Einheiten von 0.01 Kalibrierungslängeneinheiten. Wenn z.B. die Abstandskomponente des Drehmoments Meter ist, ein Dx-Wert von 100 = 1 Meter.
0x05	Dy	Die Verschiebung entlang der Y-Achse, in Einheiten von 0.01 Kalibrierungslängeneinheiten.
0x06	Dz	Die Verschiebung entlang der Z-Achse, in Einheiten von 0.01 Kalibrierungslängeneinheiten.

6.1.2.2 Object 0x2040: Kalibrierung

Dieses Read-only-Objekt enthält Informationen über die derzeit aktive Kalibrierung, die im "Calibration Selection" Feld gewählt wurde Object 0x7010: Control-Codes. Es enthält die folgenden Felder:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x01	FT Serial	STRING(8)	FT Seriennummer, z. B. "FT01234"
0x02	Calibration Part Number (Kalibrierungsteilenummer)	STRING(30)	Kalibrierung z. B. "SI-120-95"
0x03	Calibration Family (Kalibrierungsfamilie)	STRING(8)	Ist immer "ECAT"
0x04	Calibration Time (Kalibrierungszeit)	STRING(30)	Datum der Sensorkalibrierung

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x05	Matrix FxG0	DINT	Diese 36 Elemente enthalten die verwendete skalierte „Arbeits“-Matrix für diese Kalibrierung. Dies stimmt nicht unbedingt mit der Kalibriermatrix in der Kalibrierdatei überein, da die Kalibriermatrix entsprechend auf große ganze Zahlen skaliert werden muss, bevor sie vom Sensor verwendet werden kann.
0x06	Matrix FxG1		
0x07	Matrix FxG2		
0x08	Matrix FxG3		
0x09	Matrix FxG4		
0x0a	Matrix FxG5		
0x0b	Matrix FyG0		
0x0c	Matrix FyG1		
0x0d	Matrix FyG2		
0x0e	Matrix FyG3		
0x0f	Matrix FyG4		
0x10	Matrix FyG5		
0x11	Matrix FzG0		
0x12	Matrix FzG1		
0x13	Matrix FzG2		
0x14	Matrix FzG3		
0x15	Matrix FzG4		
0x16	Matrix FzG5		
0x17	Matrix TxG0		
0x18	Matrix TxG1		
0x19	Matrix TxG2		
0x1a	Matrix TxG3		
0x1b	Matrix TxG4		
0x1c	Matrix TxG5		
0x1d	Matrix TyG0		
0x1e	Matrix TyG1		
0x1f	Matrix TyG2		
0x20	Matrix TyG3		
0x21	Matrix TyG4		
0x22	Matrix TyG5		
0x23	Matrix TzG0		
0x24	Matrix TzG1		
0x25	Matrix TzG2		
0x26	Matrix TzG3		
0x27	Matrix TzG4		
0x28	Matrix TzG5		

Subindex	Name	Typ	Beschreibung			
0x29	Force Units (Kräfte- einheiten)	USINT	Wert	Einheit		
			1	Lbf		
			2	N		
			3	Klbf		
			4	Kn		
0x2a	Torque Units (Drehmoment- einheiten)	USINT	Wert	Einheit		
			1	Lbf-in		
			2	Lbf-ft		
			3	N-m		
			4	N-mm		
			5	Kg-cm		
0x2b	Max Fx Counts (Max. Fx- Zählungen)	DINT	Höchstwert für diese Achse in Zählungen			
					0x2c	Max Fy Counts (Max. Fy- Zählungen)
					0x2d	Max Fz Counts (Max. Fz- Zählungen)
					0x2e	Max Tx Counts (Max. Tx- Zählungen)
					0x2f	Max Ty Counts (Max. Ty- Zählungen)
					0x30	Max Tz Counts (Max. Tz- Zählungen)
					0x31	Counts Per Force (Zählungen nach Kraft)
0x32	Counts Per Torque (Zählungen nach Drehmoment)	DINT	Kalibrierungszählungen nach Drehmomenteinheit			

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x33	Gain G0	UINT16	Der Code zum Programmieren des Verstärkungspotentiometers
0x34	Gain G1		
0x35	Gain G2		
0x36	Gain G3		
0x37	Gain G4		
0x38	Gain G5		
0x39	Offset G0	UINT16	Der Code zum Programmieren der Offset-DAC
0x3a	Offset G1		
0x3b	Offset G2		
0x3c	Offset G3		
0x3d	Offset G4		
0x3e	Offset G5		

6.1.2.3 Object 0x2060: Monitor Condition

Dieses vom Benutzer beschreibbare Objekt ermöglicht, eine Achse, einen Schwellenwert und eine Richtung zu konfigurieren, die kontinuierlich gegen die aktuellen Kraft-/Drehmomentdaten ausgewertet werden. Wenn eine aktivierte Bedingung wahr wird, wird der Monitorausgang aktiv und bleibt aktiv, bis er durch Setzen des Bits "Reset Monitor Condition"-Bit, das auch in den TxPDO-Daten abgebildet wird.

Die folgenden Felder sind in der Überwachungsbedingung verfügbar:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung	
0x01	Threshold Value	DINT	Der Schwellenwert, mit dem verglichen wird, in Zählungen.	
0x02	Axis	USINT	Wert	Achse
			0x03	Fx
			1	Fy
			2	Fz
			3	Tx
			4	Ty
			5	Tz

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x03	Compare GreaterThan	BOOL	Wenn TRUE, ist die Überwachungsbedingung wahr wenn die ausgewählte Achse größer ist als als der ausgewählte Schwellenwert. Wenn FALSE, ist die Überwachungsbedingung erfüllt, wenn die ausgewählte Achse kleiner ist als der ausgewählte Schwellenwert liegt.

6.1.2.4 Object 0x2080: Diagnose-Lesungen

Dieses Read-only-Objekt ermöglicht den Zugriff auf Diagnosewerte. Diese Werte können nützlich sein bei Fehlersuche im System nützlich sein. Alle Diagnosespannungen werden gefiltert, wobei der Filterkoeffizient auf "8" eingestellt ist. Die folgenden sind im Objekt Diagnosemesswerte verfügbar:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung	Grenzwerte	Abtast-rate
0x01	6V Supply Sense	UINT16	The 6V supply ADC reading.	2568 bis 3970 Zählungen	½ DMS Abtast-rate
0x02	Thermistor	UINT16	The thermistor ADC reading.	Keine, nur zur Information	½ DMS Abtast-rate
0x03	VBridge Volts	INT16	The excitation voltage ADC reading.	17050 bis 17750 Zählungen	DMS Abtast-rate
0x04	VBridge Current	INT16	The excitation current ADC reading.	500 bis 6554 Zählungen	DMS Abtast-rate

Hinweis:

Die vom Sensor an die EtherCAT-Schnittstelle ausgegebenen Kraft-/Drehmomentdaten werden in Zählwerten angegeben. Der Anwender muss den Wert von Zählwerten in Einheiten für die DMS-Abtastrate umrechnen.

6.1.2.5 Object 0x2090: Version

Dieses Read-only-Objekt liefert Informationen über die Firmwareversion. Die folgenden Felder stehen im Versionsobjekt zur Verfügung:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x01	Major	UNIT16	Major Version
0x02	Minor	UNIT16	Minor Version
0x03	Revision	UNIT16	Revision

6.1.2.6 Object 0x6000: Daten lesen

Dieses Read-only-Objekt stellt die aktuelle Kraft bzw. das aktuelle Drehmoment oder die Messstreifendaten dar, die in die TxPDO Input-Daten aufgenommen werden. Die folgenden Felder sind in den folgenden Lesedaten vorhanden:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung
0x01	Fx/Gage0	DINT	Wenn das Bit "Gage Data" in Object 0x7010: Control Codes [34] gesetzt ist, enthalten diese Felder die 16-Bit-Daten des Messgeräts. Wenn das "Gage Data"-Bit gelöscht wird, enthalten diese Felder die 32-Bit-Kraft-/Drehmoment-Ergebnisdaten Daten in Zählungen.
0x02	Fy/Gage1		
0x03	Fz/Gage2		
0x04	Tx/Gage3		
0x05	Ty/Gage4		
0x06	Tz/Gage5		

Umrechnung von Kraft-/Drehmomentwerten in Einheiten

Die Daten im Register für dieses Objekt werden in Zählungen angegeben. Daher müssen die Kraft-/Drehmomentwerte in einen Wert in Einheiten umgewandelt werden.

Folgende Schritte ausführen, um die SDO-Zählwerte in Einheiten umzuwandeln:

1. SDO-Register Counts per Force lesen ([Object 0x2040: Kalibrierung Subindex 0x31 \[25 \]](#)).
2. SDO-Register Counts per Torque lesen ([Object 0x2040: Kalibrierung Subindex 0x32 \[25 \]](#)).

3. Krafteinheiten überprüfen (Object 0x2040: Kalibrierung Subindex 0x29 [□ 25]).
4. Einheiten des Drehmoments überprüfen (Object 0x2040: Kalibrierung Subindex 0x2a [□ 25]).
5. Kraft-/Drehmomentzahlen für die Kraft ablesen (Object 0x6000: Daten lesen [□ 30]).
6. Kraft-/Drehmoment-Zählwerte für das Drehmoment lesen (Object 0x6000: Daten lesen [□ 30]).
7. Konvertieren Sie die Zählerstände in Einheiten.
 - Für die Kraft dividieren Sie das Register aus Schritt 5 durch das Register aus Schritt 1.
 - Für das Drehmoment teilen Sie das Register aus Schritt 6 durch das Register aus Schritt 2.

Beispiel: Ein Anwender möchte die Werte für Fx und Tx in Einheiten. Zuerst liest der Benutzer die Register für die entsprechenden SDO-Subindizes und findet Folgendes:

Beispiel von Registern für SDO-Subindizes

SDO	Subindex	Register	Beschreibung
0x2040	0x31	1.000.000	Zählungen pro Kraft
0x2040	0x32	1.000.000	Zählungen pro Drehmoment
0x2040	0x29	2	Die Krafteinheiten sind N.
0x2040	0x2a	3	Die Drehmomenteinheiten sind Nm.
0x6000	0x01	5.214.777	Fx-Daten in rohen Zählungen
0x6000	0x04	4.214.777	Tx-Daten in rohen Zählungen

Anschließend rechnet der Benutzer die Zählungen in Einheiten für Fx und Tx um.

Für Fx: $5.214.777 \text{ Zählungen} \div 1.000.000 \text{ N/Zählungen} = 5.21 \text{ N}$

Für Tx: $4.214.777 \text{ Zählungen} \div 1.000.000 \text{ Nm/Zählungen} = 4.21 \text{ Nm}$

6.1.2.7 Object 0x6010: Status Code

Dieses Objekt enthält einen einzigen DINT-Wert (bei Subindex 0) mit dem folgenden Bitmap:

Bit Nummer	Beschreibung	Zeigt einen Fehler an?
0	Überwachungsbedingung ausgelöst. Dieses Bit wird aktiv, wenn eine aktive Überwachungsbedingung wahr wird, und bleibt gesetzt, bis es mit dem Bit "Reset Monitor Conditions" in gelöscht wird. Object 0x7010: Steuer-Codes.	Nein
1	Versorgung außerhalb des Bereichs. Dieses Bit wird aktiv, wenn der Versorgungssensor Messwert (Object 0x2080: Diagnose-Lesungen [29]) außerhalb des erwarteten Bereichs liegt. Dieses Bit bleibt bis zum Einschalten des Geräts gesetzt. Es kann auf einen Systemfehler hinweisen.	Ja
2	Belegt.	
3	VBridge Spannungen außerhalb des Bereichs. Dieses Bit wird gesetzt, wenn die Erregerspannung (Object 0x2080: Diagnose-Lesungen [29]) außerhalb des erwarteten Bereichs liegt. Dieses Bit bleibt bis zum Einschalten gesetzt. Es kann auf einen Systemfehler hinweisen.	Ja
4	VBridge-Strom außerhalb des Bereichs. Dieses Bit wird gesetzt, wenn der Erregerstrom Strom (Object 0x2080: Diagnose-Lesungen [29]) außerhalb des erwarteten Bereichs liegt. Dieses Bit bleibt bis zum Einschalten gesetzt. Es kann auf einen Systemfehler hinweisen.	Ja
5	DPOT-Fehler. Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Fehler beim Rücklesen des Wertes vorliegt, der in ein DPOT geschrieben wurde. Es bleibt bis zum Einschaltzyklus gesetzt.	Ja
6	EEPROM-Fehler. Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Fehler beim Rücklesen des in das EEPROM geschriebenen Wertes vorliegt. Es bleibt bis zum Einschaltzyklus gesetzt.	Ja

Bit Nummer	Beschreibung	Zeigt einen Fehler an?
7	DAC-Fehler. Dieses Bit wird gesetzt, wenn bei der Kommunikation mit dem DAC ein Fehler erkannt wird. Der verwendete DAC (LTC2600) unterstützt keinen Rücklesevorgang jedoch Daisy chaining. Die Firmware erkennt einen Fehler, indem sie allen Befehlen einen bekannten Wert voranstellt und nach dem Senden des Befehls nach einem Echo dieses bekannten Werts am SPI-Eingang sucht. Er bleibt gesetzt bis zum Ausschalten.	Ja
6-27	Belegt.	
28	Simulierter Fehler. Dieses Bit spiegelt das "Simulated Error Control"-Bit wider (Object 0x7010: Control-Codes [34]). Es kann zum Testen der Fehlerbehandlung des Anwenders verwendet werden.	Nein, kann aber verwendet werden, um die Behandlung von Benutzerfehlern zu testen, wenn sie als solche behandelt werden.
29	Calibration Checksum Error. Dieses Bit wird gesetzt, wenn die aktive Kalibrierung eine ungültige Prüfsumme aufweist.	Ja
30	Sättigung. Dieses Bit wird immer dann gesetzt, wenn eine DMS-Probe gesättigt ist und bleibt nach der letzten gesättigten Probe für 32 Proben hoch, damit die Wirkung der gesättigten Probe auf die gefilterten Daten abklingen kann.	Ja
31	Fehler: Dieses Bit wird gesetzt, wenn ein Status-Code-Bit gesetzt wird, das einen Fehler anzeigt.	Ja

6.1.2.8 Object 0x6020: Sample Counter

Dieses Objekt enthält eine einzelne 32-Bit-Ganzzahl ohne Vorzeichen bei Subindex 0, die sich jedes Mal um eins erhöht, wenn eine F/T-Probe eingelesen wird (ein kompletter Satz Messdaten).

Diese Zahl wechselt von 4 294 967 295 (2³²-1) auf 0, ohne einen Fehler zu melden. Der Probenzähler wird beim Einschalten auf Null zurückgestellt.

6.1.2.9 Object 0x7010: Control Codes

Dieses Objekt wird im RxPDO für die Echtzeitkontrolle des F/T-Systems aufgenommen. Es enthält die folgenden Felder:

Subindex	Name	Typ	Beschreibung	
0x01	Control 1	DINT	Bit	Funktion
			0	1 = Vorstrom gegen aktuelle Last setzen 0 = Den zuletzt eingestellten Vorstrom verwenden
			1	1 = DMS-Ausgang wählen 0 = Kraft-/ Drehmomentausgabe in Zählungen wählen
			2	1 = Testfehler setzen 0 = Testfehler löschen
			3	1 = Monitor-Status löschen 2 = Monitor-Status unverändert lassen
			4-7	Filterauswahl
			8-11	Kalibrierungsauswahl
			12-31	Belegt
			0x02	Control 2
0-15	Prüfung des Monitor-Status aktivieren 0			
16-19	Auswahl des Tool-Transformationsindex			
20-30	Belegt			
31	Simulierte Fehlerkontrolle			

6.2 Werkzeugtransformation

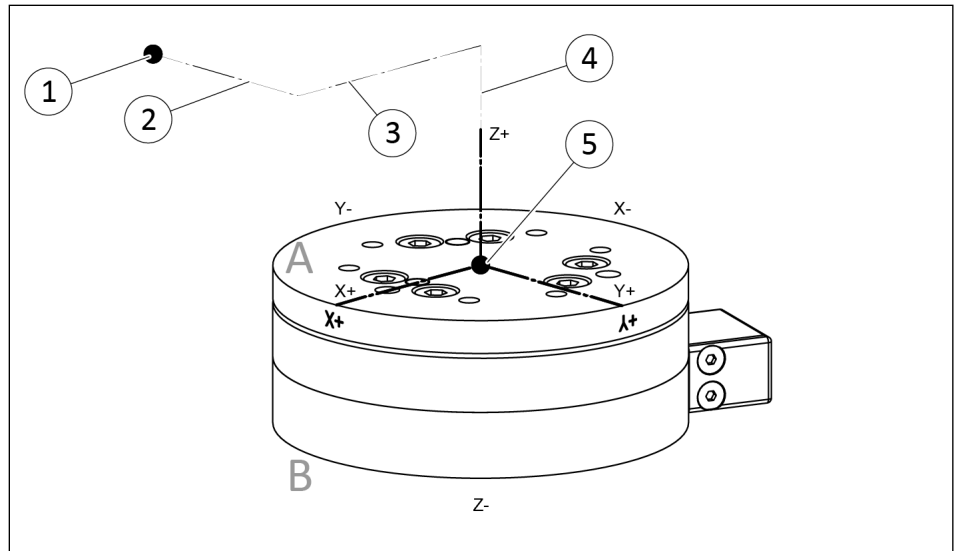
ab Gamma und
größer

Zum aktivieren einer Werkzeugtransformation, entsprechende Transformationskoeffizienten aus [Object 0x2020: Werkzeugtransformation \[24\]](#) aufschreiben. Bits "Tool Transform Index Selection" in [Object 0x7010: Control Codes \[34\]](#) setzen um die Bedigung zu aktivieren. Die Software unterstützt eine Werkzeugtransformation.

Die Werkzeugtransformation ermöglicht die Eingabe einer Reihe von Werkzeugtransformationen, um die Kräfte zu messen und Drehmomente, die an einem anderen Punkt als dem Ursprung des Sensors wirken. Die Werkzeugtransformationen werden in der Reihenfolge angewandt, in der sie eingegeben werden, sodass man beispielsweise bestimmen kann, ob Drehungen vor Verschiebungen auftreten, indem eine Werkzeugtransformation mit nur Drehungen vor der Drehung mit Verschiebungen eingegeben wird. Wenn man innerhalb einer bestimmten Werkzeugtransformation sowohl Drehungen als auch Verschiebungen angibt, werden zuerst Verschiebungen in der Reihenfolge DX, DY, DZ und dann Drehungen in der Reihenfolge RX, RY, RZ ausgeführt.

- Verschiebung DX, DY und DZ: Die Verschiebung entlang jeder Achse wird in der Abstandskomponente Komponente der Drehmomenteinheiten der Kalibrierung gemessen. Wenn der Sensor also für die Verwendung von Newton-Metern als Drehmomenteinheit kalibriert wurde, wird die Verschiebung in Metern gemessen.
- Drehungen RX, RY und RZ: Die Drehung um jede Achse in Radiant.

Die Verschiebung ermöglicht es dem Kunden, den Ursprung des Abtastreferenzrahmens entlang der X-, Y- und Z-Achse zu verschieben. Die Verschiebung sollte berechnet werden und die Werte sollten vor der Drehung eingegeben werden. Die Verschiebung wird in der eingestellten Einheit gemessen, in Nm oder in lbs.



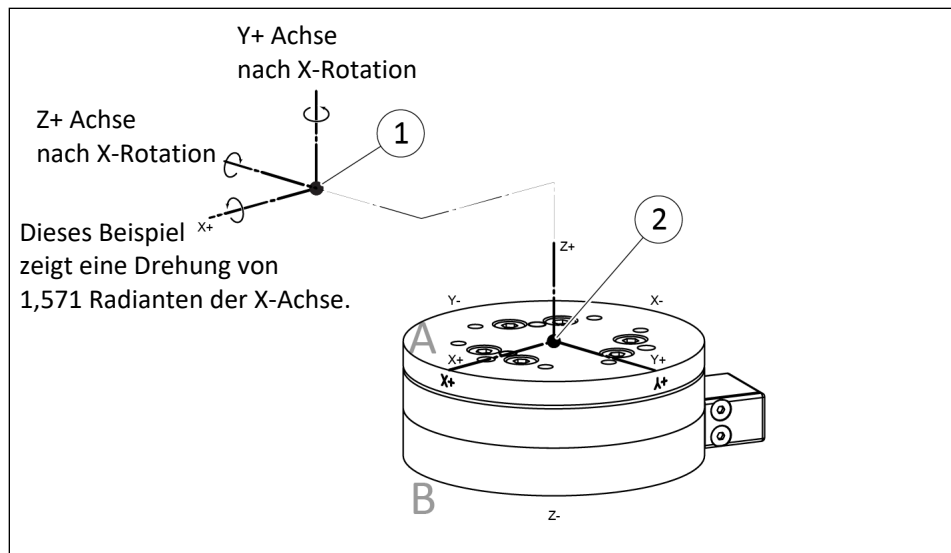
Verschiebung des Ursprungs des Erfassungsreferenzrahmens

A	Werkzeugseite
B	Roboterseite
1	Ursprung des Abtastreferenzrahmens (vom Kunden angewendet)
2	Bewegung des Ursprungs entlang der Y-Achse
3	Bewegung des Ursprungs entlang der X-Achse
4	Bewegung des Ursprungs entlang der Z-Achse
5	Ursprung des Abtastreferenzrahmens (Werkzeugeinstellung)

Die Drehung ermöglicht es dem Kunden, die Achsen zu drehen und dabei den Ursprung des Rahmens beizubehalten. Die Drehung wird in Radiant gemessen.

Wenn ein Wert für RX, RY oder RZ eingegeben wird, ergibt sich folgendes:

- Der RX-Wert dreht Y und Z um X in der gezeigten Richtung.
- Der RY-Wert dreht X und Z um Y in der gezeigten Richtung.
- Der RZ-Wert dreht X und Y um Z in der gezeigten Richtung.



Rotierender Bezugsrahmen, Richtung der Drehung

A	Werkzeugseite
B	Roboterseite
1	Ursprung des Abtastreferenzrahmens (vom Kunden angewendet)
2	Ursprung des Abtastreferenzrahmens (Werkseinstellung)

7 Fehlerbehebung

7.1 Sättigung

Mögliche Ursache	Maßnahmen zur Behebung
Kraft-Momenten-Sensor oder Datenerfassungshardware unterliegen einer Belastung bzw. einem Signal außerhalb des Messbereichs	Krafteinwirkung auf Kraft-Momenten-Sensor pausieren, bis Fehler verschwindet. Verschwindet der Fehler nicht, wurde der Überlastwert überschritten oder die Spannungsversorgung wurde getrennt.

7.2 Signalrauschen

Mögliche Ursache	Maßnahmen zur Behebung
Signalrauschen entsteht durch mechanische Vibrationen oder elektrische Störungen.	Sicherstellen, dass das System korrekt geerdet und isoliert von äußeren elektrischen Störungen ist.
Eine Komponente im System ist ausgefallen.	

7.3 Messdatenabweichung / Drift

Mögliche Ursache	Maßnahmen zur Behebung
Messwerte werden nach Be- und Entlastung nicht vollständig zurückgesetzt.	Drift entsteht z. B. durch schnelle Temperaturänderung. Kraft-Momenten-Sensor vor erneuter Messung an Umgebungstemperatur anpassen lassen.
Es liegt ein interner Fehler im Gesamtsystem vor.	Alle Bestandteile voneinander getrennt betreiben. Sensorkörper und Adapterplatte gründlich von Verschmutzungen befreien.

7.4 Hysterese

Mögliche Ursache	Maßnahmen zur Behebung
Messwerte werden nach Be- und Entlastung nicht vollständig zurückgesetzt.	Alle Bestandteile voneinander getrennt betreiben. Sensorkörper und Adapterplatte gründlich von Verschmutzungen befreien.

9 Anlage zur Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärung ist gültig für alle in dieser Anlage genannten Varianten der Kraft-Momenten-Sensoren.

FTD-Schnittstelle

FTD-Nano-17 SI-12-0.12
FTD-Nano-17 SI-25-0.25
FTD-Nano-17 SI-50-0.5
FTD-Nano-17-T SI-8-0.05
FTD-Nano-17-T SI-16-0.1
FTD-Nano-17-T SI-32-0.2
FTD-Nano-25 SI-125-3
FTD-Nano-25 SI-250-6
FTD-Nano-43 SI-9-0.125
FTD-Nano-43 SI-18-0.25
FTD-Nano-43 SI-36-0.5
FTD-Mini-40 SI-20-1
FTD-Mini-40 SI-40-2
FTD-Mini-40 SI-80-4
FTD-Mini 43 SI-62-0.75
FTD-Mini 43 SI-125-1.5
FTD-Mini 43 SI-250-3
FTD-Mini-45 SI-145-5
FTD-Mini-45 SI-290-10
FTD-Mini-45 SI-580-20
FTD-Mini-58 SI-700-30
FTD-Mini-58 SI-1400-60
FTD-Mini-58 SI-2800-120
FTD-Mini-85 SI-475-20
FTD-Mini-85 SI-950-40
FTD-Mini-85 SI-1900-80
FTD-Gamma SI-32-2.5
FTD-Gamma SI-65-5
FTD-Gamma SI-130-10
FTD-Delta SI-165-15
FTD-Delta SI-330-30
FTD-Delta SI-660-60
FTD-Theta SI-1000-120
FTD-Theta SI-1500-240
FTD-Theta SI-2500-400
FTD-Omega85 SI-475-20

FTD-Omega85 SI-950-40
FTD-Omega85 SI-1900-80
FTD-Omega-160 SI-1000-120
FTD-Omega-160 SI-1500-240
FTD-Omega-160 SI-2500-400
FTD-Omega-191 SI-1800-350
FTD-Omega-191 SI-3600-700
FTD-Omega-191 SI-7200-1400
FTD-Omega-250 SI-4000-500
FTD-Omega-250 SI-8000-1000
FTD-Omega-250 SI-16000-2000
FTD-Omega-331 SI-10000-1500
FTD-Omega-331 SI-20000-3000
FTD-Omega-331 SI-40000-6000

FTN-Schnittstelle

FTN-Nano-17 SI-12-0.12
FTN-Nano-17 SI-25-0.25
FTN-Nano-17 SI-50-0.5
FTN-Nano-17-T SI-8-0.05
FTN-Nano-17-T SI-16-0.1
FTN-Nano-17-T SI-32-0.2
FTN-Nano-25 SI-125-3
FTN-Nano-25 SI-250-6
FTN-Nano-43 SI-9-0.125
FTN-Nano-43 SI-18-0.25
FTN-Nano-43 SI-36-0.5
FTN-Mini-40 SI-20-1
FTN-Mini-40 SI-40-2
FTN-Mini-40 SI-80-4
FTN-Mini 43 SI-62-0.75
FTN-Mini 43 SI-125-1.5
FTN-Mini 43 SI-250-3
FTN-Mini-45 SI-145-5
FTN-Mini-45 SI-290-10
FTN-Mini-45 SI-580-20
FTN-Mini-58 SI-700-30
FTN-Mini-58 SI-1400-60
FTN-Mini-58 SI-2800-120
FTN-Mini-85 SI-475-20
FTN-Mini-85 SI-950-40

FTN-Mini-85 SI-1900-80
FTN-Gamma SI-32-2.5
FTN-Gamma SI-65-5
FTN-Gamma SI-130-10
FTN-Delta SI-165-15
FTN-Delta SI-330-30
FTN-Delta SI-660-60
FTN-Theta SI-1000-120
FTN-Theta SI-1500-240
FTN-Theta SI-2500-400
FTN-Omega85 SI-475-20
FTN-Omega85 SI-950-40
FTN-Omega85 SI-1900-80
FTN-Omega-160 SI-1000-120
FTN-Omega-160 SI-1500-240
FTN-Omega-160 SI-2500-400
FTN-Omega-191 SI-1800-350
FTN-Omega-191 SI-3600-700
FTN-Omega-191 SI-7200-1400
FTN-Omega-250 SI-4000-500
FTN-Omega-250 SI-8000-1000
FTN-Omega-250 SI-16000-2000
FTN-Omega-331 SI-10000-1500
FTN-Omega-331 SI-20000-3000
FTN-Omega-331 SI-40000-6000

FTE-Schnittstelle

FTE-Nano-17 SI-12-0.12
FTE-Nano-17 SI-25-0.25
FTE-Nano-17 SI-50-0.5
FTE-Nano-17-T SI-8-0.05
FTE-Nano-17-T SI-16-0.1
FTE-Nano-17-T SI-32-0.2
FTE-Nano-25 SI-125-3
FTE-Nano-25 SI-250-6
FTE-Nano-43 SI-9-0.125
FTE-Nano-43 SI-18-0.25
FTE-Nano-43 SI-36-0.5
FTE-Mini-40 SI-20-1
FTE-Mini-40 SI-40-2
FTE-Mini-40 SI-80-4

FTE-Mini 43 SI-62-0.75
FTE-Mini 43 SI-125-1.5
FTE-Mini 43 SI-250-3
FTE-Mini-45 SI-145-5
FTE-Mini-45 SI-290-10
FTE-Mini-45 SI-580-20
FTE-Mini-58 SI-700-30
FTE-Mini-58 SI-1400-60
FTE-Mini-58 SI-2800-120
FTE-Mini-85 SI-475-20
FTE-Mini-85 SI-950-40
FTE-Mini-85 SI-1900-80
FTE-Gamma-IP65 SI-32-2.5
FTE-Gamma-IP65 SI-65-5
FTE-Gamma-IP65 SI-130-10
FTE-Delta-IP60 SI-165-15
FTE-Delta-IP65 SI-165-15
FTE-Delta-IP60 SI-330-30
FTE-Delta-IP65 SI-330-30
FTE-Delta-IP60 SI-660-60
FTE-Delta-IP65 SI-660-60
FTE-Omega-160-IP60 SI 1000-120
FTE-Omega-160-IP65 SI 1000-120
FTE-Omega-160-IP60 SI 1500-240
FTE-Omega-160-IP65 SI 1500-240
FTE-Omega-160-IP60 SI 2500-400
FTE-Omega-160-IP65 SI 2500-400
FTE-Omega-250-IP60 SI-4000-500
FTE-Omega-250-IP60 SI-8000-1000
FTE-Omega-250-IP60 SI-16000-2000

SCHUNK GmbH & Co. KG
Spann- und Greiftechnik

Bahnhofstr. 106 - 134
D-74348 Lauffen/Neckar
Tel. +49-7133-103-0
Fax +49-7133-103-2399
info@de.schunk.com
schunk.com

Folgen Sie uns | *Follow us*

