



Betriebs- anleitung

Zwei-Bereichs-
Drehmomentsensor
Typ 4503B...

CE

Vorwort

Dieses Handbuch bezieht sich auf die Drehmomentensensoren Typ 4503B... .

Die Betriebsanleitung muss für künftige Verwendung aufbewahrt werden und bei Bedarf am Einsatzort verfügbar sein.

Die Angaben in diesem Handbuch können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Kistler behält sich das Recht vor, das Produkt im Sinne des technischen Fortschritts zu verbessern und zu ändern, ohne Verpflichtung, Personen und Organisationen aufgrund solcher Änderungen zu benachrichtigen.

Originalsprache dieser Betriebsanleitung: deutsch

©2016 Kistler Gruppe. Alle Rechte bleiben vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Wichtige Informationen	6
2.1	Entsorgungshinweis zu Elektronikgeräten.....	6
3.	Anwendung und typische Eigenschaften	7
4.	Messsystembeschreibung	8
4.1	Mechanischer Aufbau	8
5.	Übertragung	9
6.	Drehzahl-/ Drehwinkelerfassung Typ 4503B...	10
7.	Elektrischer Anschluss des Drehmomentsensors	11
7.1	Speisung.....	11
7.1.1	Leistungsaufnahme des Drehmomentsensors bei unterschiedlicher Versorgungsspannung.....	11
7.2	Sensorspeisung über CoMo Torque Typ 4700B... ..	12
7.3	Prinzip der galvanischen Trennung im Drehmomentsensor	12
7.4	Steckerbelegung, Anschlussplan	13
7.5	Steckerbelegung des 12-pol. Einbaustecker, Standard	13
7.6	Steckerbelegung des 7-pol. Einbaustecker für Messbereichumschaltung.....	13
7.6.1	Messbereichumschaltung.....	14
7.6.2	Digitalausgang seriell, Messwert über RS-232C.....	14
7.6.3	Anschlussplan Standardsensor	15
7.6.4	Anschlussplan Sensor Messbereichumschaltung/RS-232C-Schnittstelle	16
7.7	Kabel- und Verbindung Drehmomentsensor 4503.....	17
8.1	Hinweise für sichere elektrische Installation	20
9.	Mechanischer Einbau des Drehmomentsensors	21
9.1	Einbauvorschläge	22
10.	Elektrische und Mechanische Inbetriebnahme	24
10.1	Justieren und Kalibrieren des Drehmomentsensors	26
10.2	Mechanische Kalibrierung	27
10.2.1	Aufbau einer einfachen Kalibriereinrichtung	27
10.2.2	Berechnungsbeispiel Hebelarmlänge.....	28
11.	Drehmomentmessungen durchführen	29
11.1	Einschaltvorgang des Drehmomentsensors.....	29
12.	Schnittstellen-Kommandos	30
12.1	Konventionen und Syntax	30
12.1.1	Messgeschwindigkeiten, Reaktionszeiten	32
12.1.2	Drehmomentmesswerte über RS-232C-Kommando anfordern.....	33

12.1.3	Drehmomentmesswerte mittels externer Triggerung anfordern	34
12.2	Konfigurations-Kommandos	35
12.2.1	Messwertabfrage – Konfiguration für das MEAS-Kommando.....	36
12.2.2	Ausgabeformat definieren.....	37
12.2.3	Triggermodus festlegen.....	38
12.3	Fehlermeldungen	39
12.4	HyperTerminal®	40
12.5	System	44
12.5.1	Identifikation (*IDN?)	44
12.5.2	Ereignisstatusregister (*ESR?).....	45
12.6	Messen	47
12.6.1	Messwerte ermitteln (MEAS).....	47
12.6.2	Spitzenwertspeicher löschen (TRAC)	48
12.6.3	Skalierungsbereich umschalten (INP:GAIN:MULT)	49
12.6.4	Kontrollsignal (INP:CONT).....	50
12.6.5	Tiefpassfilter dig. Drehmomentmesswerte (OUTP:TORQ:FILT).....	50
12.6.6	Tiefpassfilter dig. Drehzahlmesswerte (OUTP:SPE:FILT)	51
12.6.7	Drehmomentausgänge tariieren (OUTP:TARE)	52
12.6.8	Drehwinkelausgang tariieren (TRAC:ANG)	53
12.6.9	Automatisches Tariieren von Drehwinkel (SYST:SPE:TURN).....	53
12.6.10	Anzahl der Ausgangsimpulse (OUTP:SPE:IMP)	53
12.6.11	Messwerte synchronisieren (INP:SYNC)	54
12.6.12	Drehwinkelmessung Absolut/Relativ (SYST:SPE:MODE)	54
12.7	Sekundärer Ausgang (12-pol. Einbaustecker).....	55
12.7.1	Konfiguration (OUTP:SEC:CONF)	55
12.7.2	Quelle (OUTP:SEC:SOUR)	56
12.7.3	Ausgangssignalart (OUTP:SEC:ROUT)	56
12.7.4	Skalierungsbereiche (OUTP:SEC[:EXT]:SCAL).....	57
12.7.5	Tiefpassfilter (OUTP:SEC[:EXT]:FILT).....	58
12.7.6	Tariierung (OUTP:SEC:TARE).....	59
12.7.7	Ausgangsspannungshub (OUTP:SEC:VOLT:MAGN)	60
12.7.8	Ausgangsspannungshub bei Kontrolle (OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN)	60
12.7.9	Ausgangsnullpunkt Frequenzausgang (OUTP:SEC:FREQ:ZERO)	61
12.7.10	Ausgangsfrequenzhub (OUTP:SEC:FREQ:MAGN)	61
12.7.11	Ausgangsfrequenzhub bei Kontrolle (OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN).....	62
12.7.12	Ausgangsamplitude (OUTP:FREQ:AMPL)	62
12.7.13	Digitaler Kontrolleingang (INP:SEC:CONT)	63
12.8	Peripherer Ausgang (7-pol. Einbaustecker).....	63
12.8.1	Digitaler Kontrolleingang (INP:PRI:FREQ:CONT)	63
12.8.2	Digitale Skalierungsumschaltung (INP:RANG)	64
12.8.3	Digitale Skalierungsquittierung (OUTP:RANG:ACKN)	64
12.9	Tariertaste und LED.....	65
12.9.1	Zustand der Tariertaste (INP:TARB).....	65
12.9.2	Zustand der LED (OUTP:LED)	65
12.10	Speicherbereich.....	66
12.10.1	Einstellungen laden und speichern (MEM:[LOAD SAVE])	66
12.10.2	Digitales Datenblatt	67
13.	Wartung.....	68
14.	Instandsetzen der Messwelle.....	69
15.	Technische Daten	70
16.	Abmessungen	71

16.1	Abmessungen für Gehäuseunterbau (GU).....	72
16.2	Messbereiche und zulässige Höchstdrehzahl	73
16.3	Drehsteifigkeit und Massenträgheit.....	73
16.4	Grenzwerte für dynamische Belastung	74
17.	Bestellschlüssel.....	75
18.	Zubehör/Komponenten für Typ 4503B... ..	76
19.	Index	77

Total Seiten 80

1. Einleitung

Wir danken Ihnen, dass Sie sich für ein Kistler Qualitätsprodukt entschieden haben. Bitte lesen Sie diese Betriebsanleitung sorgfältig durch, damit Sie die vielseitigen Eigenschaften Ihres Produkts optimal nutzen können.

Kistler lehnt soweit gesetzlich zulässig jede Haftung ab, sofern dieser Betriebsanleitung zuwider gehandelt wird oder andere Produkte, als unter Zubehör aufgeführt, verwendet werden.

Kistler bietet eine breite Palette von messtechnischen Produkten und Gesamtlösungen:

- Piezoelektrische Sensoren für die Messung von Druck, Kraft, Moment, Dehnung, Beschleunigung, Schock und Vibration
- DMS-Sensorsysteme für die Messung von Kraft und Moment
- Piezoresistive Drucksensoren und Transmitter mit den zugehörigen Messverstärkern
- Zugehörige Messverstärker (Ladungsverstärker, piezoresistive Verstärker etc.), Anzeigergeräte und Ladungskalibratoren
- Elektronische Steuer-, Überwachungs- und Auswertegeräte sowie anwendungsspezifische Software für die Messtechnik
- Datenübertragungsmodule (Telemetrie)
- Elektromechanische NC-Fügemodule und Kraft-Weg Überwachung
- Prüfstandssysteme für Elektromotoren und Getriebe in Labor, Fertigung und Qualitätssicherung

Kistler konzipiert auch ganze Messanlagen für spezielle Einsatzzwecke, zum Beispiel in der Automobilindustrie, in der Kunststoffverarbeitung und in der Biomechanik.

Unser Gesamtkatalog vermittelt eine Übersicht unseres Angebotes. Zu praktisch allen Produkten sind detaillierte Datenblätter verfügbar.

Für alle speziellen Fragen, die nach dem Studium dieser Anleitung noch offen sind, steht Ihnen der weltweite Kistler-Kundendienst zur Verfügung, der Sie auch bei anwendungsspezifischen Problemen kompetent beraten wird.

2. Wichtige Informationen

2.1 Entsorgungshinweis zu Elektronikgeräten



Elektronik-Altgeräte dürfen nicht mit dem Haushalt-Kehricht entsorgt werden. Bitte geben Sie das ausgediente Gerät zur Entsorgung an die nächstgelegene Elektronik-Entsorgungsstelle zurück oder kontaktieren Sie Ihre Kistler-Verkaufsstelle.

3. Anwendung und typische Eigenschaften

- Drehmomentsensor mit DMS-Messsystem
- Digitalisierte verschleissfreie Messsignalübertragung
- Messen von konstanten und veränderlichen Drehmomenten
- Drehmomentmessung auf der rotierenden Welle
- Optional zweiter Messbereich integriert
- Einsatz im Labor, Fertigung und Qualitätskontrolle
- Drehmomentsensor für Präzisionsmessungen
- Integrierter Drehzahlsensor, optional hochauflösender Drehzahl-/Winkelsensor bis 8 192 Impulse/Umdrehung
- 2-Farben-LED für Betriebszustand
- Galvanische Trennung zwischen Speisung und Drehmoment-Ausgangssignal
- Frei konfigurierbarer Spannungs-/Frequenz Ausgang
- Steuerungseingang über 7-pol. Stecker

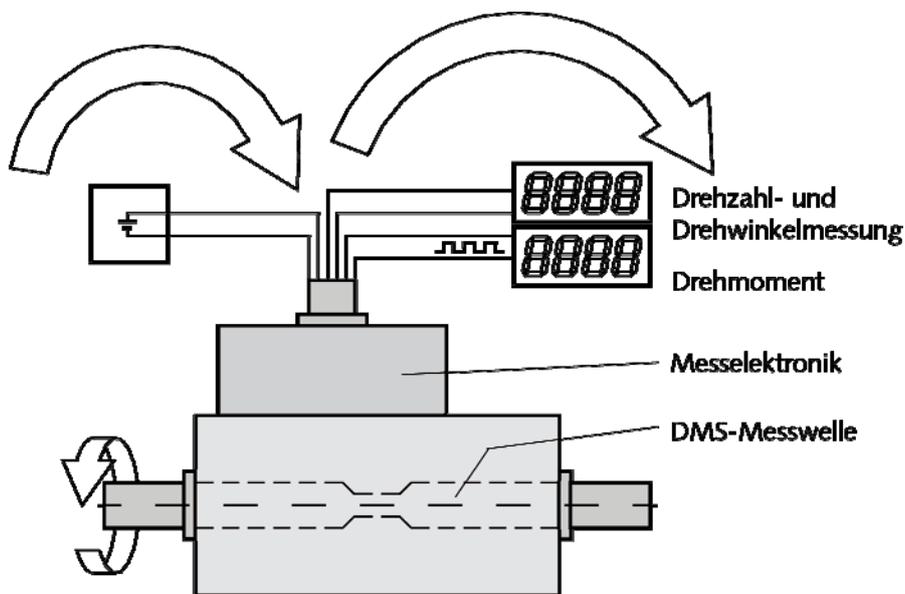


Bild 1: Drehmomentsensor in der Standardversion

4. Messsystembeschreibung

4.1 Mechanischer Aufbau

Der Drehmomentsensor besteht aus einem Grundkörper mit darin gelagerter Messwelle mit freien Wellenenden.

Auf der Messwelle befindet sich eine Torsionsstrecke mit Dehnungsmessstreifen (DMS), eine Elektronik mit Signalverstärker und ein A/D-Wandler. Im Anschlusskasten des Grundkörpers ist die stationäre Elektronik zur Signalformung untergebracht. Es bestehen verschiedene Montagemöglichkeiten, z.B. mit dem optional erhältlichen Gehäuseunterbau (siehe Mechanischer Einbau).

5. Übertragung

Die Energie-/ Datenübertragung vom Drehmomentsensor erfolgt mittels induktiver Kopplung (Telemetry). Hierfür werden Frequenzen aus dem ISM Band zwischen 115 ... 130 kHz verwendet.

Für das Senden von Daten an den Rotor wird die Speisefrequenz PSK Moduliert. Die Datenrate kann je nach Speisefrequenz zwischen 360 ... 406 Bit/s betragen.

Für den Empfang der Messdaten wird die Frequenz 13,56 MHz aus dem ISM Band verwendet. Die Messdaten werden vom Drehmoment-Messkörper mit bis zu 1,4 MBit/s ebenfalls per induktiver Kopplung als PSK moduliertes Signal an die Drehmoment-Auswerteeinheit übertragen. Zu den Rotor-Messdaten gehören neben dem Drehmoment die Temperatur, Versorgungsspannung sowie der EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) Inhalt.

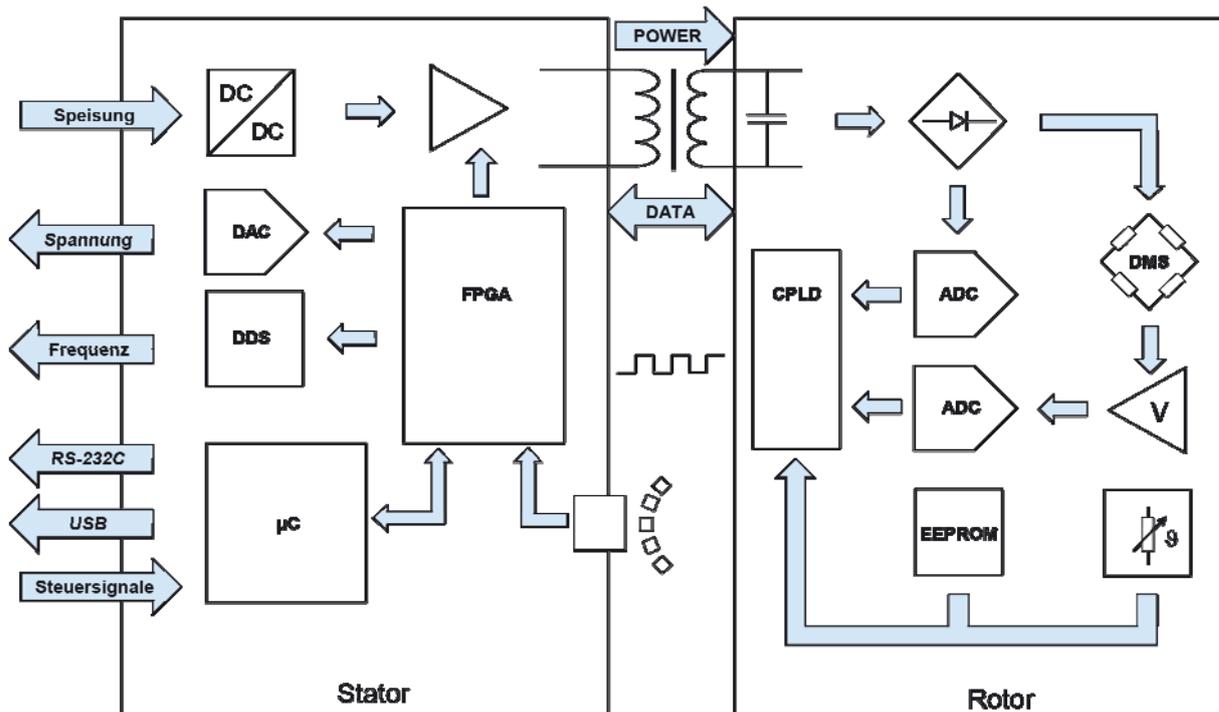


Bild 2: Blockschaltbild eines Drehmoment-Sensors

6. Drehzahl-/ Drehwinkelerfassung Typ 4503B...

Drehzahl/Drehwinkel-Messsystem		
Nenn Drehmoment M_{nom}	N·m	0,2/0,5/1/2/5/10/20/50/100/200/500/ 1 000/2 000/5 000
Messsystem		Magneto-resistiv mittels aufmagnetisiertem Elastomer auf Stahlring/Hallsonde
Ausgangssignal	V	5 (TTL) symmetrisch 2 Rechtecksignale um ca. 90 ° Phasenverschoben
Impulse pro Umdrehung		1 ... 8 192
Impulstoleranz ¹⁾	Grad	≤0,03
Minstdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	1
Maximal zulässige Ausgangsfrequenz	kHz	500
Gruppenlaufzeit	µs	<150
Drehschwingung	Grad	<0,1
Horizontale Schwingwege des Stators	mm	±0,5
Lastwiderstand	kΩ	≥2
Referenzimpuls-Messsystem (Z-Impuls)		
Messsystem		Magneto-resistiv mittels aufmagnetisiertem Elastomer auf Stahlring
Ausgangssignal	V	5 (TTL) symmetrisch
Impulse pro Umdrehung		1
Impulstoleranz ¹⁾	Grad	0,03

¹⁾ Bei Nennbedingungen.

7. Elektrischer Anschluss des Drehmomentsensors

7.1 Speisung

Zur Speisung von Drehmomentsensoren Typ 4503B... ist eine Versorgungsspannung im Bereich von **11 ... 30 VDC** erforderlich.

Die Gleichspannung wird am 12-poligen Einbaustecker über Pin F (+U_B) und A (GND) zugeführt. Die Leistungsaufnahme ist <5 W. Im Drehmomentsensor erfolgt eine galvanische Trennung zwischen Speisung und Drehmomentausgang.

7.1.1 Leistungsaufnahme des Drehmomentsensors bei unterschiedlicher Versorgungsspannung

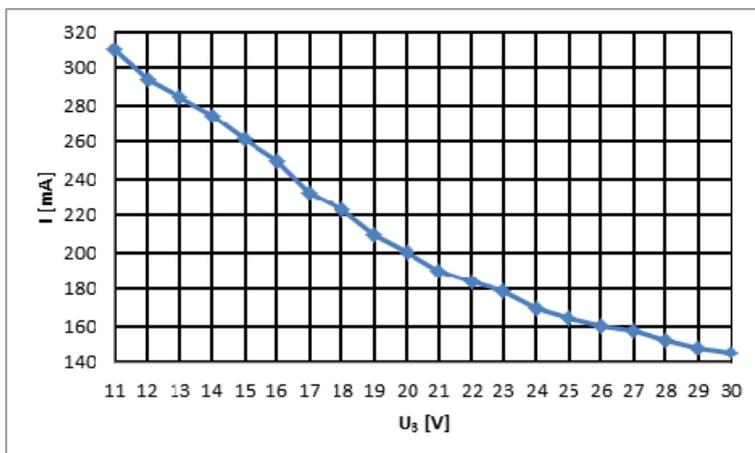


Bild 3: Eingangsstrom in Funktion der Eingangsspannung

7.2 Sensorspeisung über CoMo Torque Typ 4700B...

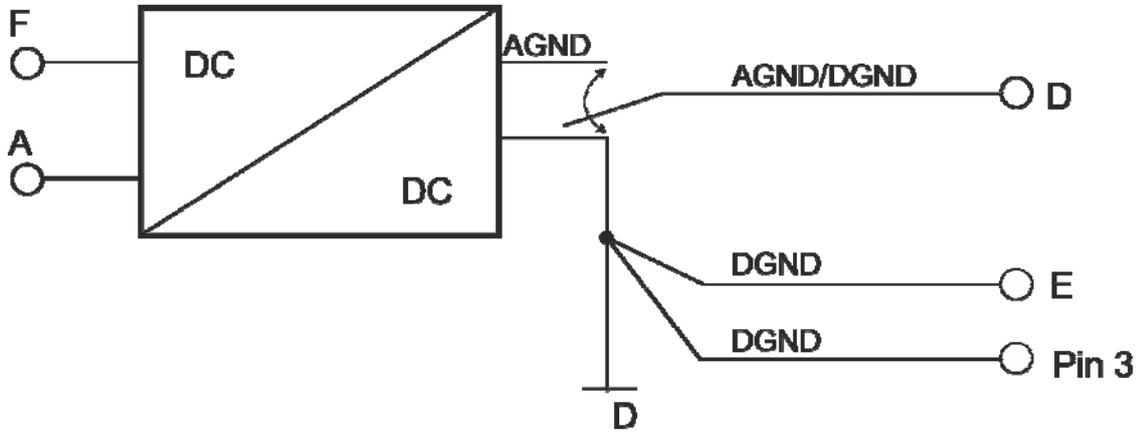


Bild 4: Mögliche Speisegeräte für den Drehmomentensensor

7.3 Prinzip der galvanischen Trennung im Drehmomentensensor

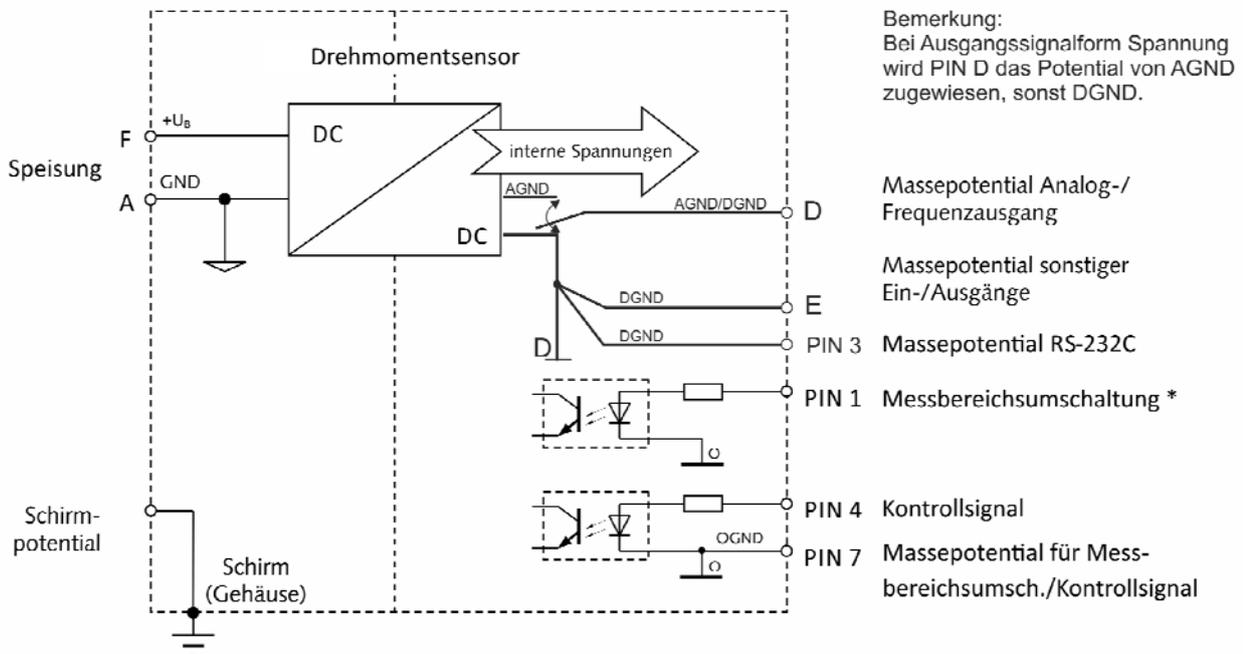
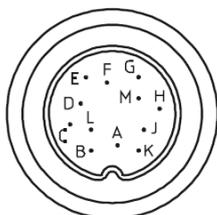


Bild 5: Prinzipschaltbild der galvanischen Trennung im Drehmomentensensor

7.4 Steckerbelegung, Anschlussplan

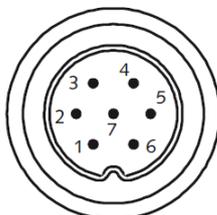
7.5 Steckerbelegung des 12-pol. Einbaustecker, Standard

Funktion	PIN	Beschreibung	
Versorgungsspannung	F A	+U _B 11 ... 30 VDC, Leistungsaufnahme <5 W GND Bezug für +U _B	
Schirm	M	Im Sensor auf Gehäuse	
Drehmomentausgang	C	U _A Spannungsausgang ±5/10 VDC bei ±M _{nom} an >2 kΩ 5/10 VDC bei Kontrollsignalauslösung Bezug für U _A	Frequenzausgang F ^A Frequenzausgang 100 kHz ± 40 kHz Bezug für F _A
	D	AGND	Bezug für U _A
Drehzahlimpulse	H	Spur A	Aktiv, TTL Pegel
	G	Spur B	Aktiv, TTL Pegel, 90° versetzt nur bei Option H, W
	J	Spur Z	Aktiv, TTL Pegel, Referenzimpuls nur bei Option H, W
Eingang 100 % Kontrolle	K	Kontrolle Aus: 0 ... 2 VDC Ein: 3,5 ... 30 VDC R _K = 10 kΩ	
RS-232C-Schnittstelle (CoMo Torque)	B	TXD	Digitale Sendeleitung
	L	RXD	Digitale Empfangsleitung
Digitale Masse	E	DGND	Bezug für Drehzahl- bzw. Drehwinkelimpulse, Kontrolleingang, digitale Schnittstelle RS-232C



7.6 Steckerbelegung des 7-pol. Einbaustecker für Messbereichsumschaltung

Funktion	PIN	Beschreibung	
Messbereichsumschaltung	1	Verstärkung Normal (1:1) mit 0 ... 2 VDC Erweitert (1:x) mit 3,5 ... 30 VDC	
Eingang 100 % Kontrolle	4	Kontrolle Aus: 0 ... 2 VDC Ein: 3,5 ... 30 VDC	
	7	OGND	Optoentkoppelter Bezug für Messbereichsumschaltung und Kontrolleingang
RS-232C-Schnittstelle	5	TXD	Serielle Sendeleitung des Sensors
	6	RXD	Serielle Empfangsleitung des Sensors
	3	DGND	Bezug für RS-232C-Schnittstelle
Skalierungsumschaltung Quittierausgang	2	ACK	0 VDC bei Normal (1:1) 24 VDC bei Erweitert (1:x)



7.6.1 Messbereichsumschaltung



Alle nachfolgenden Angaben gelten für den 1:10- sowie für den 1:5-Messbereich.

Wird der Drehmomentsensor ab Werk zusätzlich im Messbereich 1:10 kalibriert, so kann über PIN 1 und auf dem 7-pol. Stecker der geforderte Messbereich umgeschaltet werden.

Messbereich	logischer Spannungspegel	Zustand
1:1	PIN1 = 0	$U_{\text{PIN1,7}} = 0 \dots 2 \text{ V}$
1:10	PIN1 = 1	$U_{\text{PIN1,7}} = 3,5 \dots 30 \text{ V}$

Für den jeweiligen Messbereich muss der logische Zustand an PIN 1 permanent erhalten bleiben.
Optional kann der Messbereich über die RS-232C-Schnittstelle umgeschaltet werden.

7.6.2 Digitalausgang seriell, Messwert über RS-232C

Bei dieser Option können drehmoment-äquivalente Messwerte über die RS-232C Schnittstelle übertragen werden. Weitere Hinweise finden Sie im Kapitel "RS-232C-Kommunikation".

7.6.3 Anschlussplan Standardsensor

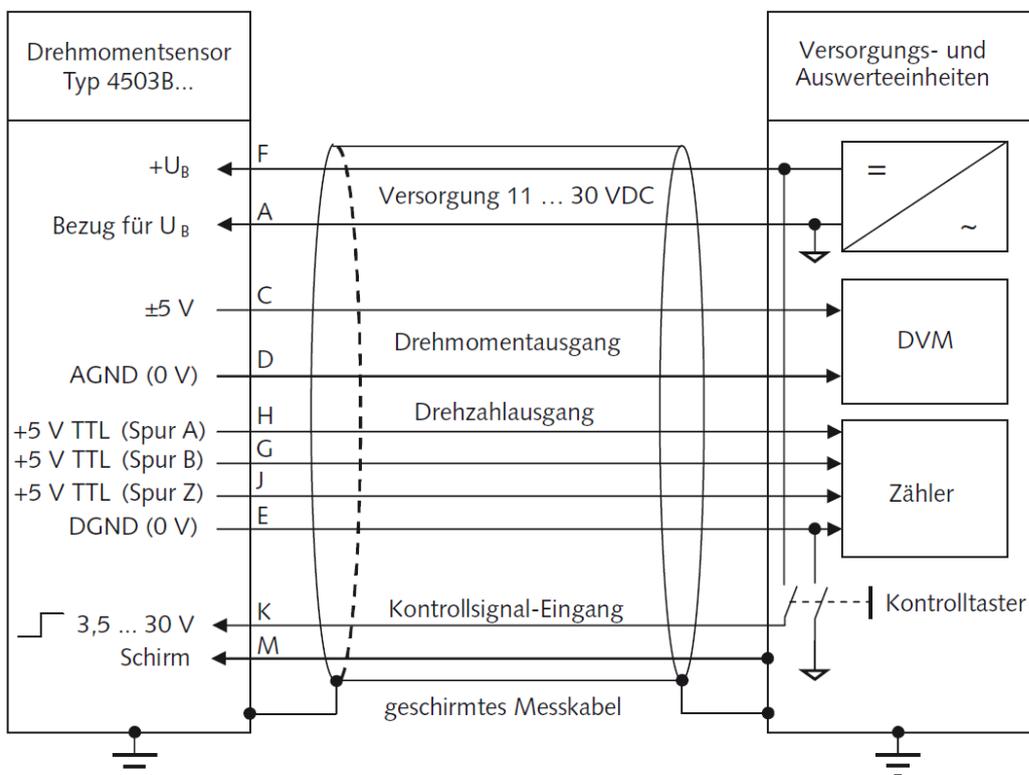


Bild 6: Anschlusshema des 12-pol. Einbausteckers (standard)



Einstreuende EMV-Störungen auf das Messkabel sind zu vermeiden (z.B. ausgelöst durch geschaltete Wechselrichter von Antriebs- oder Bremsmaschinen hoher Leistung)! Die Kontrollfunktion in diesem Fall bei ausgeschalteten Antrieben einleiten.

Bei **Kabellängen über 10 m** ist bei der Verteilung der Adern darauf zu achten, dass das Drehzahlsignal vom Drehmomentsignal wie im Steckverbinder durch Speiseleitungen getrennt wird, um eine gegenseitige Störung zu vermeiden.

7.6.4 Anschlussplan Sensor Messbereichumschaltung/RS-232C-Schnittstelle

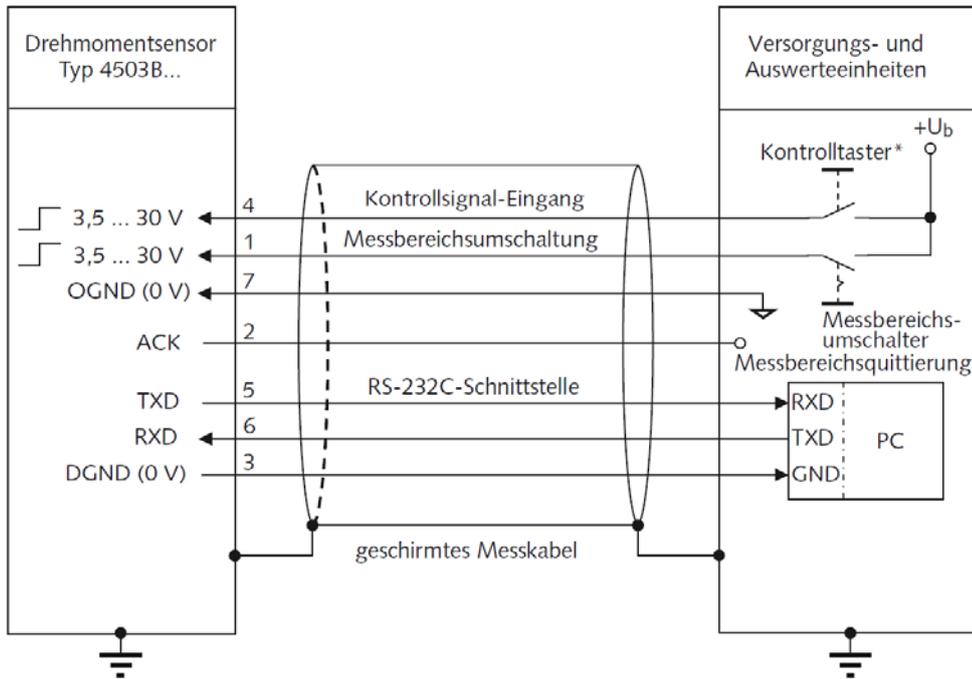


Bild 7: Anschlussplan des 7-pol. Einbaustecker



* Über den 7-poligen Stecker (PIN 4 und PIN 7) ist eine galvanisch getrennte Aufschaltung des Kontrollsignals möglich

** In störkritischen Prüfbereiche ist eine galvanische Entkopplung der RS-232C-Schnittstelle am PC sinnvoll.

7.7 Kabel- und Verbindung Drehmomentsensor 4503...

Siehe auch Kabeldatenblatt 000-615

Messen

Verbinden

Verstärken

Überwachen & Regeln



12-pol. zu CoMo Torque (Spannung)	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	2,5	18008967
4503...	variabel	18008968

12-pol. zu CoMo Torque (Frequenz)	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	2,5	18008969
4503...	variabel	18008970



7-pol. auf freie Enden	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18008996
4503...	variabel	18008997

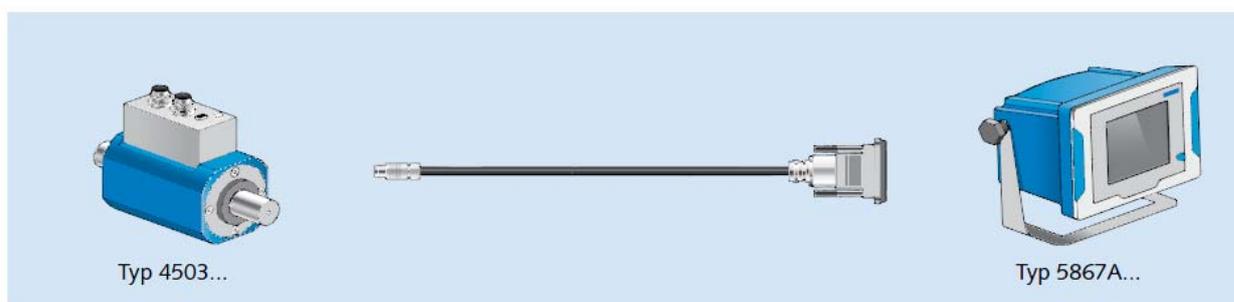
7-pol. auf SUB-D (RS-232C)	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18008994
4503...	variabel	18008995

12-pol. auf freie Enden	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18008943
4503...	variabel	18008944

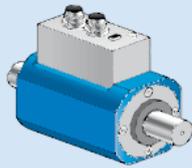
12-pol. Buchse auf 12-pol. Stecker	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18008935
4503...	variabel	18008936

Material Nr. 18008996 / 18008997 (freie Enden)					
Kabeldefinition					
1	weiss	2	braun	3	grün
4	gelb	5	grau	6	rosa
7	blau				

Material Nr. 18008943 / 18008944 (freie Enden)					
Kabeldefinition					
A	violett	B	gelb	C	rosa
D	grau	E	blau	F	rot
G	grün	H	schwarz	J	weiss
K	weiss/grün	L	braun	M	----



12-pol. zu maXYmos BL	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18029193
4503...	variabel	18029194



Typ 4503...

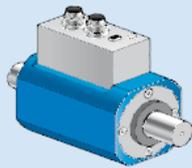


Typ 5877A...

7-pol. zu maXYmos TL ¹	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18031756
4503...	variabel	nicht verfügbar

12-pol. zu maXYmos TL	Länge (m)	Material-Nr.
4503...	5	18026961
4503...	variabel	18027032

¹Messbereichumschaltung



Typ 4503B...



Laptop

USB-Kabel	Länge (m)	Material-Nr.
4503B...	1,8	55115378

Allgemeine technische Daten

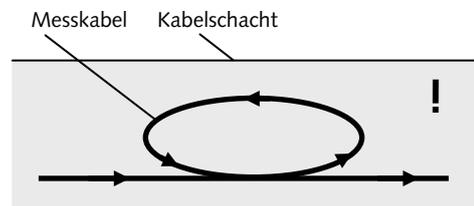
Schutzart nach IEC/EN 60529	IP40
Anschluss	7- und 12-pol. Einbaustecker
Kabelart	LiYCY transparent geschirmt
Temperaturbereich	-10 °C ... +70 °C
Biegeradius	ca. 10x Aussendurchmesser
Datenblatt siehe www.kistler.com	4503A (000-595), 4503B (000-767)

Zubehör

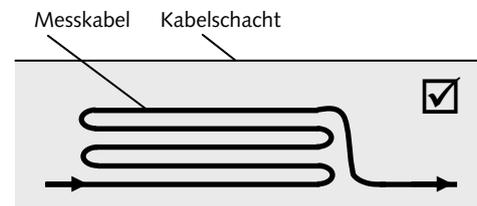
Kabeldose 7-pol.		Typ	18008363
Kabeldose 12-pol.		Typ	18008371
SensorTool		Typ	4706A
Kupplungen		Typ	2301A... bis 2303A...

8. Verlegung des Messkabels

- Nicht parallel zu Starkstromleitungen oder Steuerleitungen verlegen.
- Nicht in der Nähe von starken elektromagnetischen Feldern, z.B. Transformatoren, Schweißgeräte, Schütze, Motoren usw. Falls dies nicht zu vermeiden ist, Messkabel in geerdetem Stahlpanzerrohr verlegen.
- Falls dies nicht zu vermeiden ist, Messkabel in geerdetem Stahlpanzerrohr verlegen.
- Kabelüberlängen vermeiden. Falls das nicht möglich ist, Überlängen nicht als geschlossenen Kabelring aufwickeln, um Induktionsflächen so klein wie möglich zu halten!



Gefahr der Störeinkopplung auf das Messsignal infolge von elektromagnetischen Feldern



Durch eine bifilaren Verlegung ergibt sich eine Verringerung von wirkenden Induktionsflächen

Bild 8: Verlegung des Messkabels

8.1 Hinweise für sichere elektrische Installation

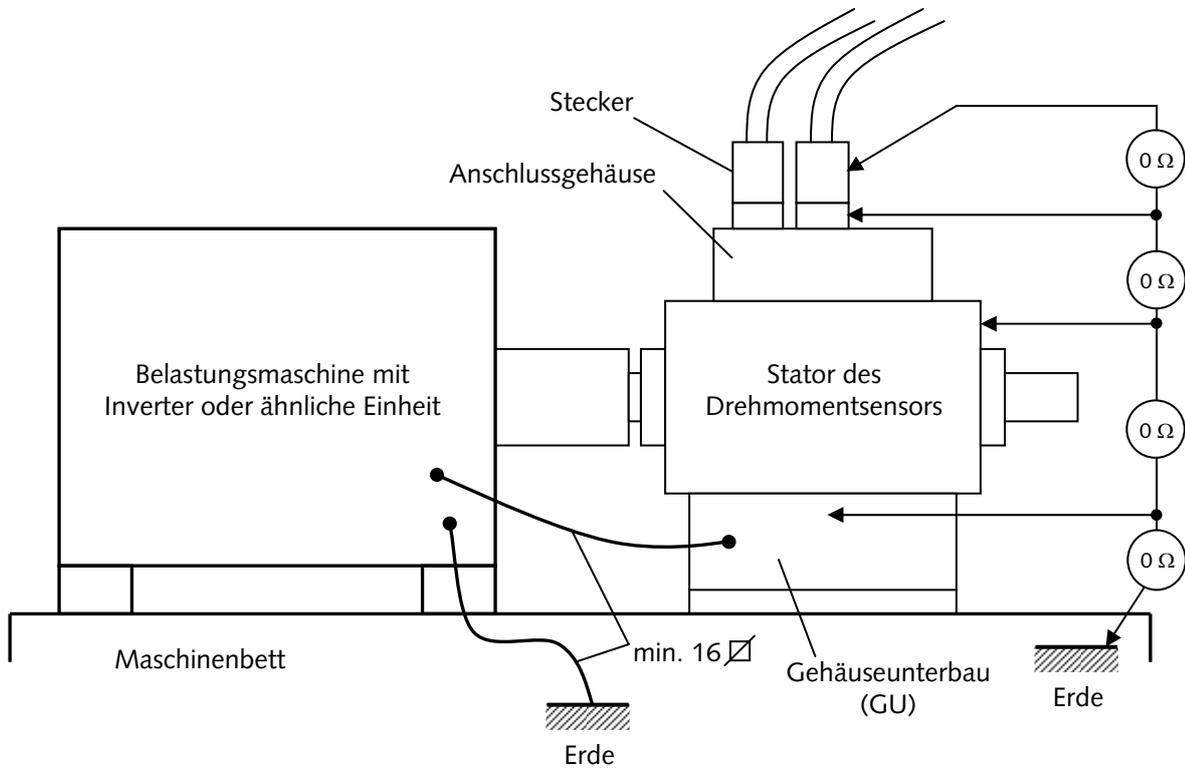


Bild 9: Beispiel für eine sichere elektrische Installation



Achten Sie bei dem Anschlusskabel auf einwandfreie Funktion der Schirmung!

Gegebenenfalls das Eloxal der Unterseite des Gehäuseunterbaus entfernen, um vollflächigen elektrischen Kontakt mit dem Maschinenbett herzustellen.

9. Mechanischer Einbau des Drehmomentsensors

Der Drehmomentsensor kann je nach Anwendung unterschiedlich eingebaut werden.

Da selbst bei kleinem Achsversatz sehr hohe Querkräfte und Biegemomente entstehen können, muss der Drehmomentsensor immer mit Ausgleichkupplungen versehen werden.

Generell gilt:

- Die Anlage muss entsprechend den geltenden Richtlinien und Gesetzen mit einem Berstschutz gesichert sein
- Es wird empfohlen, den Wellenstrang auf die torsions- und biegekritischen Drehzahlen zu berechnen. Im Betrieb sind diese Drehzahlen zu vermeiden. Für einen sicheren Betrieb der Anlage empfiehlt es sich, etwa 30 % unterhalb bzw. oberhalb der kritischen Drehzahlen zu bleiben
- Nach dem Einbau sollte je nach Drehzahl eine Betriebswuchtung der Anlage nach DIN 2060 erfolgen
- Die Maschinenschwingungen sollten nach VDI 2056 überprüft werden

9.1 Einbauvorschläge

Den geringsten Aufwand erfordert meist der freie fliegende Einbau. Er ist nur bei geringen Drehzahlen und hohen Momenten verwendbar. Durch das höhere Gewicht des Drehmomentsensorgehäuses sind die in den Tabellen der Kupplungshersteller angegebenen Drehzahlen nicht erreichbar. Auch vermindert die Länge und Nachgiebigkeit der Wellen ausserhalb der Kupplungen die Biegeresonanz.

Festhalten des Gehäuses:

Das Gehäuse des Drehmomentsensors ist am Mitrotieren (in Folge Lagerreibung) zu hindern.

Zu diesem Zweck ist das Drehmomentsensorgehäuse mit einer Öse zu versehen.

In diese Öse kann man z.B. eine Spiralfeder einhängen. Der Verdrehenschutz soll auf keinen Fall starr sein, leichte Pendelbewegungen des Gehäuses sind belanglos.

Es sollen auch keine grossen Zugkräfte auf den Drehmomentsensor wirken.

Montage von Kupplungen:

Bei der Montage ist darauf zu achten, dass keine Kräfte zwischen Gehäuse und Welle aufgebracht werden. Beim Aufziehen der Kupplungen muss der gegenüberliegende Wellenstumpf abgestützt werden, das Gehäuse bleibt dabei frei. Das Gleiche gilt sinngemäss für das Abziehen der Kupplungen.

Einbau Drehmomentsensor zwischen Antrieb und Bremse mit Verdrehsicherung

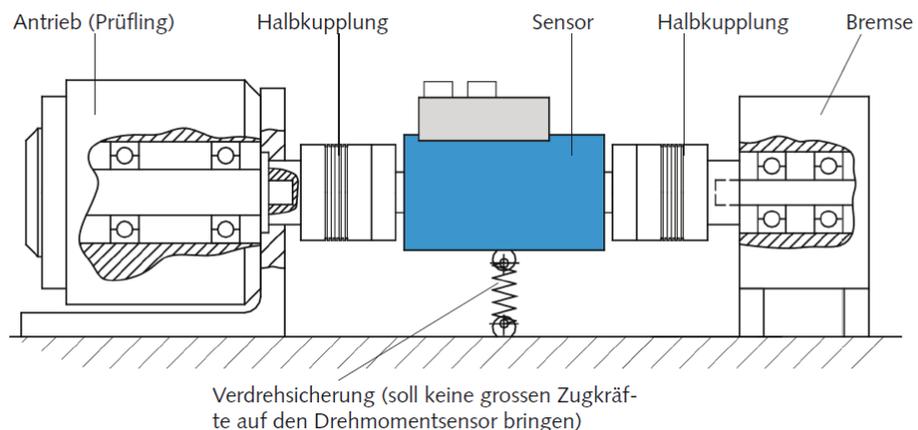


Bild 10: Einbau Sensor ohne Haltewinkel oder Gehäuseunterbau (GU)

Einbau Drehmomentsensor zwischen Antrieb und Bremse mit Gehäuseunterbau (GU)

Diese Montage zwischen zwei Vollkupplungen ist generell immer möglich, speziell bei kleinen Momenten und hohen Drehzahlen jedoch unbedingt erforderlich.

Die Masse und Wuchtgüte der Kupplungen müssen der Anwendung entsprechen.

Die Angaben im Datenblatt sind Richtwerte für sorgfältige Montage.

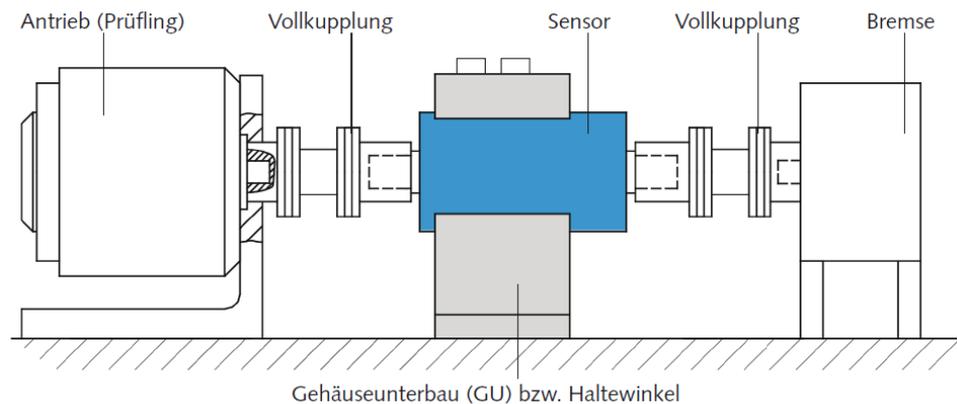


Bild 11: Einbau Sensor mit Haltewinkel oder Gehäuseunterbau (GU)

Montage mit der Option Gehäuseunterbau GU:

- Haltewinkel bzw. GU mit Schrauben am Stator befestigen. Schrauben sichern
- Die Montageflächen vom Gehäuseunterbau müssen plan auf Montageplatte aufliegen
- Wellenstrang ausrichten, hierbei sind die Angaben der Kupplungshersteller zu beachten
- Haltewinkel bzw. Gehäuseunterbau auf Montageplatte befestigen und sichern

10. Elektrische und Mechanische Inbetriebnahme

An der Seite (Stecker) befindet sich eine Leuchtdiode (LED) welche zur Darstellung des Betriebszustandes dient. Die LED kann in drei Variationen leuchten:



Einschaltvorgang

Während des Einschaltens (Betriebsspannung wird angelegt), blinkt die LED grün. Danach folgt eine kurze Kommunikation mit der Rotorelektronik, welche die LED orange blinken lässt. Kurze Zeit darauf wird die LED grün leuchten, womit der Drehmomentsensor betriebsbereit ist. Dieser Vorgang kann insgesamt ca. 15 Sekunden dauern.

Kommunikation PC ↔ Drehmomentsensor

Kommuniziert die Statorelektronik mit der Rotorelektronik, so leuchtet die LED orange. Ebenso verhält sich die LED, wenn eine Kommunikation zwischen Anfragesteller (z.B. PC) und Drehmomentsensor über die RS-232C-Schnittstelle vorherrscht.

Drehmomentüberlast

Falls der Drehmomentsensor Typ 4503B... mechanisch überlastet wird (Nennmoment +10 % = max. Gebrauchsmoment), so leuchtet die LED rot. Diese kehrt wieder in den Zustand grün zurück, wenn der Drehmomentsensor innerhalb des Nenndrehmoments betrieben wird.

Fehlerhaftes Verhalten vom Drehmomentsensor

Falls die Drehmomentsensorelektronik nicht ordnungsgemäss funktioniert, so blinkt die LED rot. Falls beim erneuten Einschalten des Drehmomentsensors dasselbe Verhalten vorliegt, so muss der Drehmomentsensor zum Kistler-Werk geschickt werden.

GRÜN	GRÜN blinkend	ORANGE	ROT	ROT blinkend	Ursache
	✓				Einschaltzustand
✓					Drehmomentsensor betriebsbereit
		✓			Kommunikation zwischen Stator ⇔ Rotor Anfragesteller (PC) ⇔ Sensor
			☹		Sensor mechanisch überlastet
				☹	Elektrik des Drehmomentsensors defekt, Kistler informieren!

Tarierung

Für die Tarierung stehen dem Nutzer drei Möglichkeiten zur Verfügung:

Mechanisch per Tastendruck

Mittels eines Innensechskantschlüssels der Grösse 2,5 kann die Verschlusschraube T entfernt werden. Eine anschliessende Betätigung des innenliegenden Tasters tariert alle Ausgänge des Sensors.

Elektrisch per Steuerspannung

Über den 7-pol. Stecker (Tariertleitung) wird der Sensor mittels einer Spannung 5 ... 30 V ebenfalls tariert

Digital per RS-232C oder USB

Die Tarierung kann über die im Lieferumfang enthaltene Software SensorTool Typ 4706A oder durch das Einrichten einer HyperTerminal® Verbindung erfolgen. Wird per RS-232C tariert, kann dies über den 7-pol. Stecker erfolgen. Um per USB tariieren zu können, muss die Verschlusskappe entfernt werden.

10.1 Justieren und Kalibrieren des Drehmomentsensors

Die Verstärkung kann nur an der Messwertverarbeitung eingestellt werden.

Dazu kann am Kontrolleingang Pin K des 12-poligen Einbausteckers ein TTL- oder 3,5 ... 30 V-Signal angelegt werden, um einen Ausgangssignalhub zu erzeugen, was dem Nennmoment entspricht (siehe dazu Typenschild-aufdruck des Elektronikgehäuses des Drehmomentsensors).

Möglicher Einstellvorgang:

- Drehmomentsensor einschalten und mind. 10 Minuten warmlaufen lassen
- Drehmomentsensor muss drehmomentfrei sein, möglichst auf der Messseite die Kupplung entfernen
- Nullpunkt in der Messwertverarbeitung einstellen
- Kontrollsignal erzeugen
- Nullpunkt kontrollieren
- Gegebenenfalls Vorgang wiederholen.



Eine mechanische Kalibrierung ist genauer als ein Kalibrierdurchlauf mit Hilfe des Kontrollsignals!

10.2 Mechanische Kalibrierung

Hierzu wird eine Kalibriereinrichtung mit Hebelarm und Gewichten zur Drehmomenterzeugung benötigt.

Schritte beim Kalibrieren:

- Drehmomentsensor einschalten, mind. 10 Minuten warmlaufen lassen
- Drehmomentsensor mit Nennmoment belasten und wieder entlasten
- Nullpunkt genau abgleichen bzw. dokumentieren
- Drehmomentsensor mit bekanntem Drehmoment belasten
- Anzeige auf entsprechendes Drehmoment einstellen bzw. dokumentieren

Aufnahme einer Kalibrierkurve

Wenn der Drehmomentsensor nur in einer Momentrichtung genutzt wird, reicht eine einfache Messung.

- Drehmomentsensor mit Nennmoment belasten und wieder entlasten
- Drehmomentsensor in 20 %-Schritten belasten bis zum vollen Nennmoment. Anschliessend in der gleichen Weise wieder entlasten. Zwischen den einzelnen 20 %-Schritten mindestens 30 Sekunden warten bis Messwert stabil ansteht, dann erst Anzeigewert registrieren

Für komplexere Einsatzfälle empfehlen wir, jährlich eine ausführliche Kalibrierung nach DIN 51309 vorzunehmen.

10.2.1 Aufbau einer einfachen Kalibriereinrichtung

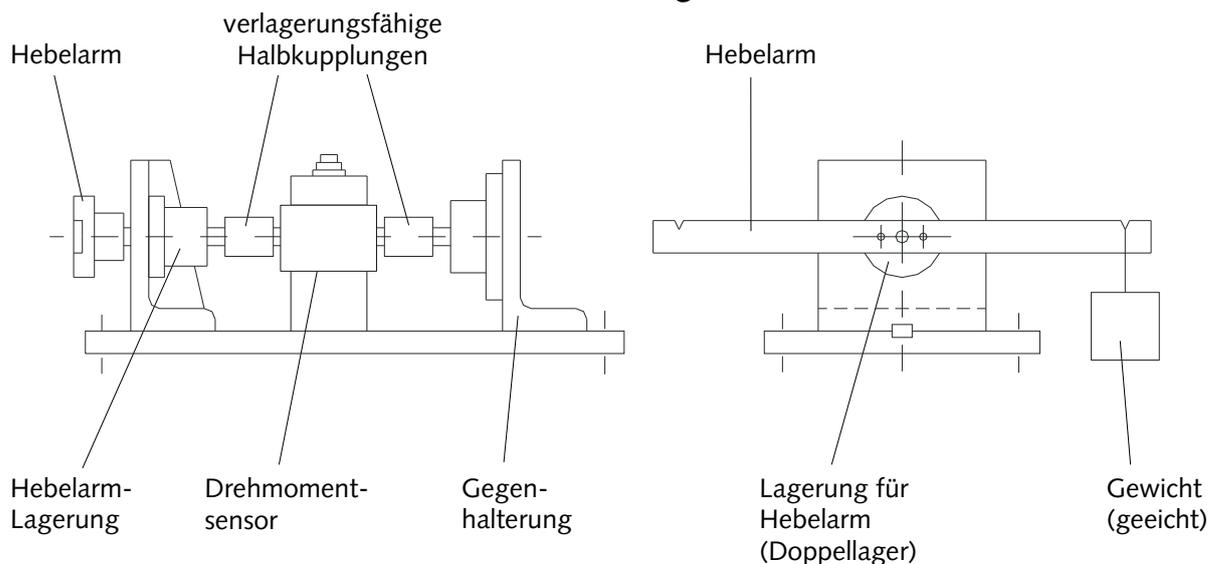
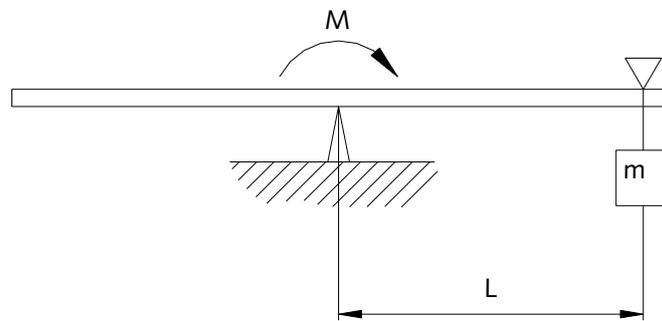


Bild 12: Aufbau einer Kalibriereinrichtung

10.2.2 Berechnungsbeispiel Hebelarmlänge

$$L = \frac{M}{m \cdot g}, \text{ wobei}$$

- M = Drehmoment
- L = benötigte Hebelarmlänge
- m = benötigte Masse
- g = 9,80665 m/s² entspricht der Normalfallbeschleunigung (g ist ortsabhängig)

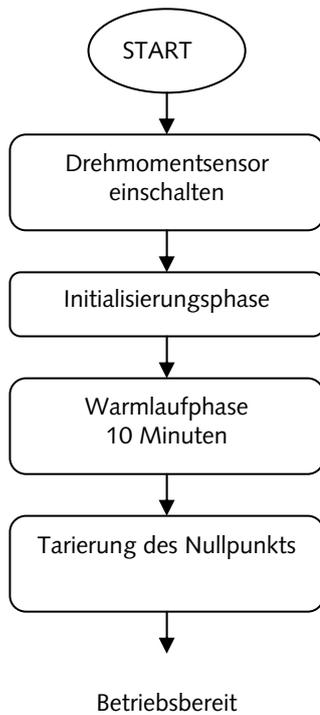


Beispiel: $m = 1 \text{ kg}$, $M = 10 \text{ N}\cdot\text{m}$

$$\Rightarrow L_{M=10 \text{ N}\cdot\text{m}} = \frac{M}{m \cdot g} = \frac{10 \text{ N}\cdot\text{m}}{1 \text{ kg} \cdot 9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 1,0197 \text{ m}$$

11. Drehmomentmessungen durchführen

11.1 Einschaltvorgang des Drehmomentsensors



Nach dem unmittelbaren Einschalten des Drehmomentsensors ist folgender Ablauf empfehlenswert, um optimale elektrische Messgenauigkeiten zu gewährleisten:

Nach dem Einschalten blinkt die Betriebsleuchtdiode grün, dann kurz orange, dann wieder grün. Dieser Vorgang dauert etwa 15 Sekunden.

Die Tarierung des Nullpunkts ist sinnvoll:

- nach der Warmlaufphase
- nach einem mechanischen Umbau im Messstrang (Tarierung der mechanischen Verspannung)

12. Schnittstellen-Kommandos

Über die RS-232C oder USB-Schnittstelle ist eine Kommunikation zwischen Drehmomentsensor Typ 4503B... und einem Bedien-PC möglich. Die zu verwendeten ASCII-Kommandos sind am SCPI-Standard (Standard Commands for Programmable Instruments) angelehnt, um eine möglichst einfache und leicht verständliche Kommunikationsweise anzustreben.

Parameter der RS-232C-Schnittstelle:

57600 Bits/Sekunde
8 Datenbits
1 Stoppbit
keine Parität
keine Flusssteuerung

Parameter der USB-Schnittstelle:

921600 Bits/Sekunde
8 Datenbits
1 Stoppbit
keine Parität
keine Flusssteuerung

Jedes ASCII-Kommando enthält eine ASCII-Zeichenkette, gefolgt von einer Terminierung. In den folgenden Kapiteln werden Kommandos aufgeführt und beschrieben, bei denen aufgrund der Übersichtlichkeit die Terminierungs-Zeichenketten weggelassen werden.

12.1 Konventionen und Syntax

Der Drehmomentsensor Typ 4503B... antwortet über die Schnittstelle nur dann, wenn dieser vom Anfragersteller (z.B. PC) ein Kommando übermittelt bekommt (d.h. PC: **Master**, Typ 4503B... : **Slave**).

Es wird immer eine Antwort vom Typ 4503B ... gesendet (Quittierung), auch wenn vom Anfragersteller nur Konfigurationen übermittelt werden.

Vom Anfragersteller werden ausnahmslos ASCII-Kommandos gesendet. An diese Kommandos müssen am Ende immer Terminierungszeichen angehängt werden. Der Typ 4503B... übermittelt dieselbe Terminierung zum Anfragersteller.

Syntaxbeispiel zur Ermittlung des Drehmoments:

Anfragersteller:	MEAS:TORQ?<CR><LF>
Typ 4503B... antwortet:	120.089<CR><LF>

Gross- und Kleinschreibung wird nicht berücksichtigt. Auch ignoriert der Befehlsinterpreter des Typ 4503B... event. vorangestellte Leerzeichen und Leerzeichen innerhalb des Kommandos.

Beispiele:

Typisch	MEAS:TORQ?<CR><LF>
identisch mit	MEAS :torq ? <CR><LF>
identisch mit	MeaS :Torq?<CR><LF>



Syntax und Konventionen

Das Ende einer Kommandokette muss immer mit einer Terminierung erfolgen (<CR><LF>).

Ein Kommando für eine Anfrage endet mit einem Fragezeichen ("?"), z.B. MEAS:TORQ?<CR><LF>.

Bei einer erfolgreichen Konfigurationsübermittlung wird der Zahlenwert Null ("0") als Erfolgsmeldung zurückgesendet.

Beispiel:

Anfragesteller:	OUTP:TARE:AUTO<CR><LF>
Typ 4503B... antwortet:	0<CR><LF>

Kommata in Gleitkommazahlen werden in punktierter Form definiert (z.B. 9.998).

Falls ein Kommando aus unterschiedlichen Gründen nicht akzeptiert wird, so sendet die Drehmoment-Auswerteeinheit Typ 4503B ... einen negativen Fehlerwert zurück.

Beispiel eines falsch geschriebenen Kommandos:

Anfragesteller:	MEA:TORQ?<CR><LF>
Typ 4503B ... antwortet:	ERR-100<CR><LF>

Fehlerwerte und deren Bedeutungen können aus dem Kapitel "**Fehlermeldungen**" entnommen werden.

Im Folgenden werden aus Gründen der Übersichtlichkeit die Terminierungszeichen (<CR><LF>) weggelassen.

12.1.1 Messgeschwindigkeiten, Reaktionszeiten

Je nach Konfiguration im *CONF*iguration- und *FORM*at-Funktionsblock werden unterschiedliche Übertragungsgeschwindigkeiten über die RS-232C-Schnittstelle realisiert (Messwertabfragen pro Sekunde). Siehe dazu die Kommandos:

- CONF** (Messwertabfrage – Konfiguration für das MEAS-Kommando)
FORM (Ausgabeformat definieren)

Bei jeder Messwertabfrage wird ein drehmoment-äquivalenter Wert übertragen. Dabei können schnelle Drehmomentänderungen in digitale Größen wiedergegeben werden.

Es bietet sich an, das Kurzkommando *M?* (anstatt *MEAS?* oder *MEAS:TORQ?*) zu verwenden, um drehmoment-äquivalente Messwerte mit hoher Übertragungsrate zu übertragen. Dabei wird die Reaktionszeit des Befehlsinterpreters im Drehmomentsensor verkürzt.

Die folgenden Übertragungsraten gelten für die Nutzung des Kurzkommandos *M?* bzw. externer Triggerung mittels eines digitalen Signals (Kontrolleingang).

Triggerungsart	Ausgabeformat FORM:DATA:<Ausgabeformat>	Messperiode in ms realisierbar	Messungen pro Sekunde realisierbar
Kommando <i>M?</i>	ASC	3	333
Kommando <i>M?</i>	HEX	2,5	400
Kommando <i>M?</i>	BIN	2	500
extern digital	ASC	2,5	400
extern digital	HEX	2	500
extern digital	BIN	1	1000

Je höher die Abtastrate, desto mehr Messwerte können in einem Messdurchlauf entnommen werden. Dementsprechend steigt die Interpretationsfähigkeit der entstandenen Messkurve.

12.1.2 Drehmomentmesswerte über RS-232C-Kommando anfordern

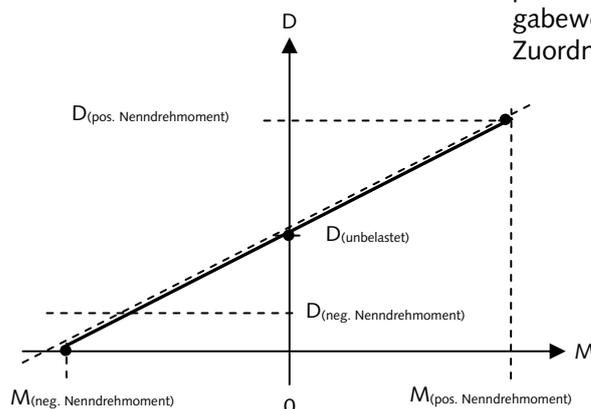
Drehmomentmesswerte können mit den Kommandos

MEAS:TORQ?

MEAS? (falls zuvor mit *CONF:TORQ* konf.)

M?

angefordert werden. Dabei wird nach jeder Anfrage nur ein drehmoment-äquivalenter Messwert übertragen. Für die spätere Interpretation der Messkurve ist die Zuordnung des positiven Drehmomentnennwertes und des digitalen Ausgangswertes entscheidend. Dabei entstehen folgende Zuordnungen:



Aus der Grafik entsteht folgende Beziehung zwischen dem Drehmoment M und dem drehmoment-äquivalenten Messwert D :

Drehmoment		digitaler Datenwert
$M_{(\text{pos. Nennmom.})}$	\Rightarrow	$D_{(\text{pos. Nennmom.})}$
0	\Rightarrow	$D_{(\text{unbelastet})}$
$M_{(\text{neg. Nennmom.})}$	\Rightarrow	$D_{(\text{neg. Nennmom.})}$

Der Wertebereich des drehmoment-äquivalenten Messwertes D erstreckt sich von 0 ... 65 535 (Digits) und kann hierbei nur positive Werte annehmen.

Da beim Einbau des Drehmomentsensors Offsetverschiebungen infolge von mechanischen Verspannungen vorkommen können, empfiehlt es sich, nur den digitalen Ausgangshub

$$D_{\text{Hub}} = D_{(\text{pos. Nenndrehmoment})} - D_{(\text{unbelastet})}$$

zu bewerten. Der digitale Ausgangshub bei Nenndrehmoment entnehmen Sie aus Ihrem Kalibrierprotokoll oder aus dem Speicherbereich des Drehmomentsensors mit dem Kommando **MEM:DATA:MAGN?** (**MEM:EXT:DATA:MAGN?** für den erweiterten Messbereich).

Der Nenndrehmomentbereich des Drehmomentsensors kann zusätzlich mit dem Kommando **MEM:RANG?** (**MEM:EXT:RANG?** für den erweiterten Messbereich) ermittelt werden.

Beispiel:

PC-Kommando \rightarrow Antwort des Drehmomentsensors
MEM:DATA:MAGN? \rightarrow **26658** (digitaler Ausgangshub für 1:1-Messbereich)

MEM:RANG? \rightarrow **500** (Nenndrehmoment für 1:1-Messbereich in N·m)

Daraus folgt:

Im 1:1-Messbereich entsteht bei 500 N·m ein digitaler Ausgangshub von 26658, der dem digitalen Offsetwert im unbelasteten Fall hinzuaddiert wird.

12.1.3 Drehmomentmesswerte mittels externer Triggerung anfordern

Die **externe Triggerung** mit einem digitalen Signal kann nur erfolgen, wenn zuvor mit dem *TRIGger*-Kommando einmalig nach dem Einschaltzustand der Drehmomentsensor initialisiert wurde. Siehe dazu das Kommando:

TRIG (Triggermodus festlegen)

Bei jedem Triggerungsvorgang vom Anfragersteller (z.B. PC oder SPS) wird ein drehmoment-äquivalenter Messwert vom Drehmomentsensor übertragen.

Benutzen Sie hierbei den **externen digitalen Kontroll-eingang (PIN K des 12-poligen Einbausteckers oder PIN 4 des 7-poligen Einbausteckers)**. Die Zuordnungen zwischen logischen Zuständen und Spannungspegeln entnimmt man aus dem Kapitel "Steckerbelegung, Anschlussplan".

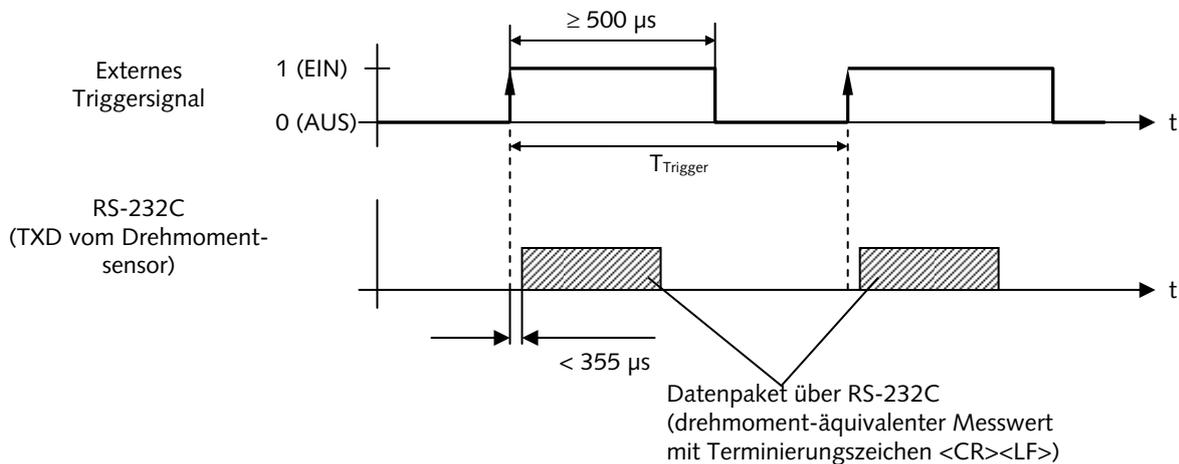


Bild 13: Anschlussplan



Die Periode T_{Trigger} (Messperiode) sollte nie kürzer sein, als im Kapitel "Messgeschwindigkeiten, Reaktionszeiten" vorgegeben, um eine sichere RS-232C-Übertragung vom Drehmomentsensor zu gewährleisten!



Während den zyklischen Triggerungen akzeptiert der Drehmomentsensor keine RS-232C-Kommandos vom Anfragersteller (z.B. PC). Um eine Kommunikation wieder zu etablieren, müssen die zyklischen Triggerungen vorher beendet werden.

12.2 Konfigurations-Kommandos

INPut

Mit der **INPut**-Kommandogruppe wird massgeblich die Rotorelektronik beeinflusst. Das Kontrollsignal kann in dieser Kommandogruppe aktiviert oder deaktiviert werden. Auch die Verstärkungsumschaltung (Auswahl zwischen 1:1- und 1:10-Messbereich) wird hier vorgenommen.

CONFiguration und FORMat

In diesen Kommandogruppen wird festgelegt, welche Messwertarten und welche Ausgabeformate definiert werden sollen.

TRIGger

Mit der **TRIGger**-Kommandogruppe kann das Drehmomentsensorverhalten festgelegt werden, falls ein Signalwechsel am Kontrolleingang getätigt wird (Auslösen der Kontrolle oder drehmoment-äquivalente Messwertübergabe über die RS-232C-Schnittstelle).

MEMory

In dieser Kommandogruppe sind alle Kalibrier- und Benutzerdaten abgelegt.

12.2.1 Messwertabfrage – Konfiguration für das MEAS-Kommando

CONF:<function>

Parameter <function> = TORQ Drehmomentmesswert
 TEMP* Rotortemperatur
 SPE* Drehzahl
 ANG* Winkelmessung
 ALL** Alle Messwerte

*Hinweis: Nur im Ausgabeformat PYS verfügbar, sonst Fehlermeldung ERR-121

** Hinweis: Wird in allen Ausgabeformaten als PYS ausgegeben.

Beschreibung

Durch dieses Kommando wird die Art der Messwertabfrage festgelegt. Mit **CONF:TORQ** kann anschliessend mit **MEAS?** ein drehmoment-äquivalenter Wert ermittelt werden. Durch **CONF:TEMP** wird durch ein anschliessendes **MEAS?** die Rotortemperatur übermittelt. Die definierte Konfiguration kann mit **CONF?** ermittelt werden.

Bemerkung

Das Kurzkommando **M?** übermittelt ausschliesslich einen drehmoment-äquivalenten Messwert.

Standard: **CONF:TORQ**

Beispiele PC-Kommando	→	Antwort des Drehmomentsensors
CONF:TORQ	→ 0	(Konfiguration Drehmoment- messwert)
CONF?	→ TORQ	
FORM:DATA:ASC	→ 0	(dezimales Ausgabeformat)
MEAS?	→ 32765	(drehmoment- äquivalenter Wert)
MEAS?	→ 32767	
CONF:TEMP	→ 0	(Konfiguration Rotortemperatur)
CONF?	→ TEMP	
MEAS?	→ 26	(Rotortemperatur in °C)

12.2.2 Ausgabeformat definieren

FORM:DATA:<function>

Parameter <function> = **ASC** (dezimales
Ausgabeformat)
HEX (hexadezimales
Ausgabeformat)
BIN (binäres
Ausgabeformat)

Anfrage FORM:DATA?

Beschreibung

Das Ausgabeformat über die RS-232C-Schnittstelle bezüglich des Drehmomentmesswertes kann mit diesem Kommando beeinflusst werden. Durch **FORM:DATA:ASC** wird ein ASCII-Format in dezimaler Form definiert. Durch **MEAS?** (oder **MEAS:TORQ?** oder **M?**) wird ein drehmoment-äquivalenter Messwert (0 ... 65 535) übertragen. Mit **FORM:DATA:HEX** wird ein hexadezimaler Ausgabeformat definiert (0000 ... FFFF).

Ein binäres Ausgabeformat (2 Bytes: <HBYTE><LBYTE>, wobei

$(H/L)BYTE \in \{00000000_2 \dots 11111111_2\}$),

wird mit **FORM:DATA:BIN** eingestellt.

Bemerkung

Beachten Sie, dass beim binären Ausgabeformat Nutzbytes vorkommen, die den Zeichen der Terminierung entsprechen können! Werten Sie deshalb in Ihrer Schnittstellenapplikation nur die 2 letzten der 4 Bytes (<HBYTE><LBYTE><CR><LF>) als Terminierung aus!

Standard **FORM:DATA:ASC**

Beispiele

PC-Kommando	→	Antwort des Drehmoment-sensors
CONF:TORQ	→ 0	(Konfiguration Drehmoment-messwert)
FORM:DATA:ASC	→ 0	(dezimales Ausgabeformat)
FORM:DATA?	→ ASC	
M?	→ 46238	
CONF:TORQ	→ 0	
FORM:DATA:HEX	→ 0	(hexadezimaler Ausgabe-format)
FORM:DATA?	→ HEX	
M?	→ B49C (= 46236 ₁₀)	
CONF:TORQ	→ 0	
FORM:DATA:BIN	→ 0	(binäres Datenformat)
FORM:DATA?	→ BIN	
M?	→ <10110100><10011111> (= 46239 ₁₀)	

12.2.3 Triggermodus festlegen

TRIG:MODE:<function>

Parameter <function> = **CONT** (externer Trigger aktiviert/deaktiviert Kontrollsignal)
MEAS* (externer Trigger löst Messwertübertragung über RS-232C aus)

Anfrage TRIG:MODE?

*Hinweis: TRIG:MODE:MEAS kann nur das Drehmomentmesswert (CONF:TORQ) in dem zuvor eingestellten Ausgabeformat ASC, HEX, BIN, BWT ausgegeben werden.

Beschreibung

Durch dieses Kommando wird festgelegt, welche Aktion der Drehmomentsensor bei externer Triggerung am Eingangs-Pin K (digitales TTL-Signal) durchführen soll. Mit **TRIG:MODE:CONT** wird bei externer Triggerung (permanenter logischer Zustand) das Kontrollsignal aktiviert oder deaktiviert. Durch **TRIG:MODE:MEAS** übermittelt der Drehmomentsensor einen drehmoment-äquivalenten Messwert bei externer Triggerung. Pro Triggervorgang (logischer 0-1-Zustandswechsel an PIN K des 12-poligen Einbausteckers) wird ein Messwert übertragen.



Bei einer getriggerten Messwertübergabe sollten Sie nie schneller triggern, als im Kapitel "Messgeschwindigkeiten, Reaktionszeiten" vorgegeben, um sichere RS-232C-Übertragungen zu gewährleisten!

Standard TRIG:MODE:CONT

Beispiele

PC-Kommando	→	Antwort des Drehmomentsensors (Kontrollsignal bei ext. Triggerung)
TRIG:MODE:CONT	→ 0	
TRIG:MODE?	→ CONT	
<i>Trigger: 1-Zustand</i>	→ <keine Antwort>	(Kontrollsignal ein)
<i>Trigger: 0-Zustand</i>	→ <keine Antwort>	(Kontrollsignal aus, Normalbetrieb)
FORM:DATA:ASC	→ 0	(dezimales Ausgabeformat)
TRIG:MODE:MEAS	→ 0	(Messwertübertr. Bei ext. Triggerung)
TRIG:MODE?	→ MEAS	
<i>Trigger: 0-1-Wechsel</i>	→ 43788	(drehmoment-äquivalenter Messwert)
<i>Trigger: 0-1-Wechsel</i>	→ 43956	
<i>Trigger: 0-1-Wechsel</i>	→ 44228	

12.3 Fehlermeldungen

Die Drehmoment-Auswerteeinheit Typ 4503B... übermittelt über die Schnittstelle einen negativen Fehlerwert ("ERR-xxx"), falls ein Kommando aus unterschiedlichen Gründen nicht akzeptiert wurde (siehe folgende Tabelle).

Fehlerwert	Fehlerbeschreibung	Abhilfe
ERR-100	Kommando wurde nicht verstanden.	Kommandosyntax überprüfen. Kommando noch mal senden, da Typ 4503B... eventuell beschäftigt.
ERR-101	"?" wurde bei einer Anfrage nicht angehängt.	"?" bei Anfrage hinzufügen.
ERR-104	Berechnungsschritte führten zu einem Überlauf.	Berechnungsvariablen überprüfen (firmeninterne Nutzung).
ERR-105	Fehler beim Zugriff des nichtflüchtigen Speicherbereichs.	Speicherbereich neu beschreiben, Kistler informieren.
ERR-106	Zugriff auf geschützten Speicherbereich.	Speicherschutz aufheben (firmeninterne Nutzung).
ERR-108	Übergebene Zeichenkette zu lang.	Zeichenkette kürzen (firmeninterne Nutzung).
ERR-109	Übergebener Zahlenwert ungültig.	Zahlenwert überprüfen (firmeninterne Nutzung).
ERR-121	Ungültiges Ausgabeformat	Ausgabeformat auf PYS umstellen bzw. unter Konfiguration TORQ auswählen.

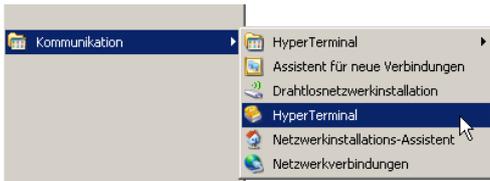
12.4 HyperTerminal®

Mit Microsoft® HyperTerminal® ist eine grundlegende Kommunikation über die RS-232C- oder USB-Schnittstelle möglich. Die Kommandos werden manuell eingegeben, zum Typ 4503B... gesendet und wieder am Bildschirm des PC quittiert ausgegeben.

Mit Hilfe des HyperTerminal® ist man in der Lage, für die Erstinbetriebnahme oder für Service-Funktionen eine einfache Kommunikationsweise zu eröffnen.

Die Konfiguration im Typ 4503B... und des Hyperterminals soll am folgenden Beispiel näher erläutert werden.

Über die Startgruppe des Windows®-PC's wird das HyperTerminal® gestartet.



HyperTerminal® schlägt eine neue Verbindung vor. Zur Identifikation der Verbindung ist der Name zu definieren, z.B. "4503B". Auf dem Desktop kann später die HyperTerminal®-Einstellung gespeichert werden, dazu ist hierbei ein beliebiges Symbol auszuwählen.

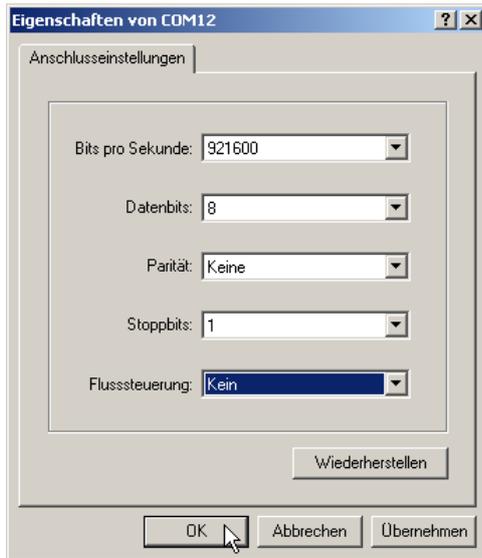
Die Eingabe wird mit der Schaltfläche "OK" bestätigt.



Anschliessend wird die Verbindung mit der RS-232C- oder USB-Schnittstelle definiert.

Die USB-Schnittstelle wird im PC-System als virtueller COM-Port dargestellt, hier beispielsweise "COM12".

Die Konfigurationen werden mit der Schaltfläche "OK" bestätigt.



Zur Verwendung der USB-Schnittstelle werden die Eigenschaften des virtuellen COM-Ports wie folgt definiert:

921600 Bits pro Sekunde,
8 Datenbits,
keine Parität,
1 Stoppbit,
keine Flusssteuerung.



RS-232C- und USB-Kabel bezüglich Übertragungsgeschwindigkeit

Die Definition der Übertragungsgeschwindigkeit (Baudrate) hängt von der Länge und Beschaffenheit des jeweiligen Kabels ab.



Die Verbindung zwischen HyperTerminal und Typ 4503B... wird durch Betätigen des "Auflegen"-Symbols  getrennt, da zuerst die Terminal-Einstellungen getätigt werden müssen (alternativ mit Menüeintrag "Anrufen" → "Trennen").



Mit dem "Eigenschaften"-Symbol  wird das Fenster mit den COM-Port und Terminal-Einstellungen geöffnet (alternativ mit Menüeintrag "Datei" → "Eigenschaften").



Anschliessend wird im **"Eigenschaften"**-Fenster die Kartei **"Einstellungen"** angeklickt. Folgende Einstellungen sind zu tätigen und entsprechen meist den Standardeinstellungen:

Belegung Funktionstasten:	Terminal
Rücktaste sendet:	Strg+H
Emulation:	Auto-Erkenn.
Telnet-Terminalerkennung:	ANSI
Zeilen im Bildpuffer:	500



Durch Betätigen der Schaltfläche **"ASCII-Konfiguration"** öffnet sich das Fenster zur Definition der gesendeten und empfangenen ASCII-Zeichen. Folgende Einstellungen sollten getätigt werden:

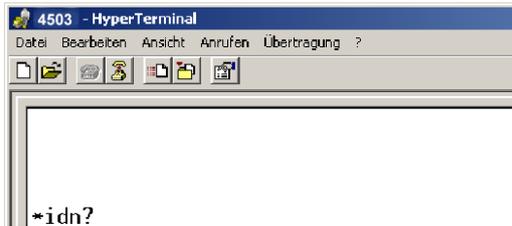
Gesendete Zeilen enden mit Zeilenvorschub.
Eingegebene Zeichen lokal ausgeben (lokales Echo).

Die Einstellungen werden mit der Schaltfläche **"OK"** bestätigt.

Das **"Eigenschaften"**-Fenster wird ebenfalls durch Betätigen der Schaltfläche **"OK"** geschlossen.



Die Verbindung zum Typ 4503B... kann nun etabliert werden, indem das **"Anrufen"**-Symbol  betätigt wird (alternativ Menüeintrag "Anrufen" → "Anrufen").



Um die Verbindung zu testen, wird über die Tastatur das Identifikationskommando "***idn?**" eingegeben und mit der Eingabetaste bestätigt.

Der Drehmomentsensor Typ 4503B... wird mit der Identifikationszeichenkette antworten.



Kommandokonventionen und nützliche Eingabehilfen

Gross- und Kleinschreibung spielt keine Rolle. Leerstellen werden ebenfalls ignoriert. Sternsymbole ("*"), die beim SCPI-Standard für besondere Kommandos mit angegeben werden müssen, können weggelassen werden. Beispielsweise ist "***IDN?**" identisch mit "**IDN?**".

Um falsch eingegebene Kommandos zu korrigieren, kann die Rücktaste (Backspace-Taste) zum Löschen von einzelnen Zeichen verwendet werden.

Mit der Eingabe des Ausrufezeichens ("!", Taste Shift+1) wird im HyperTerminal® das zuletzt abgeschickte Kommando vom Typ 4503B... nochmals angezeigt.



Die Einstellungen des HyperTerminal® können auf dem Desktop des PC's gespeichert werden. Damit ist der Zugriff auf das HyperTerminal® zukünftig schnell und einfach möglich.

Dazu wird im HyperTerminal® mit dem Menüeintrag "**Datei**" → "Speichern unter..." das Speicherungs Fenster geöffnet.

Dazu wird der Speicherort "**Desktop**" ausgewählt und die Datei "**4503B.ht**" durch Betätigen der Schaltfläche "Speichern" gespeichert.



Auf dem Desktop erscheint anschliessend das entsprechende Symbol, das jederzeit angeklickt werden kann und wieder das HyperTerminal® mit den zuvor gespeicherten Einstellungen startet.

12.5 System

12.5.1 Identifikation (*IDN?)

***IDN?**

Mit diesem Kommando wird der Drehmomentsensor Typ 4503B... sowie der entsprechende Drehmoment-Messrotor identifiziert. Als Antwort erhält man folgende zusammenhängende ASCII-Identifikation:

**Kistler_4503B_ jjjj-mm-tt_vvvv_
xxxxx_ jjjj-mm-tt_vvvv**

Wobei gilt:

Kistler	Kistler
4503B	Drehmomentsensor Typ "4503B".
jjjj-mm-tt	Datum in der Reihenfolge Jahr-Monat-Tag
vvvv	Versionsnummer im Format Vx.xx
xxxxx	Drehmomentsensor z.B. "4503B"

Syntaxbeispiel:

***IDN?**

**Kistler_4503B_2016-04-02_Vx.xx_
4503B_0000-00-00_Vx.xx**

12.5.2 Ereignisstatusregister (*ESR?)

*ESR?

Mit diesem Kommando wird das Ereignisstatusregister (event status register) ausgelesen. Inhaltlich werden interne Zustände des Typ 4503B... abgebildet.

Leere Bitfelder des ESR-Registers sind unbelegt und erhalten den Wert 0. Im Einschaltzustand des Typ 4503B... wird das ESR-Register gelöscht und anschliessend das PON-Bit (power on) gesetzt.

	ESR-Register							
Bit	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Ereignis	PON	NSE	---	EXE	SC	ALE	RNG	OPC
Gewichtung	128 (2 ⁷)	64 (2 ⁶)	32 (2 ⁵)	16 (2 ⁴)	8 (2 ³)	4 (2 ²)	2 (2 ¹)	1 (2 ⁰)
Wert	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1

Zuordnung:

- 0 Ereignisbit ist nicht gesetzt
- 1 Ereignisbit ist gesetzt

Ereignisbits:

- PON** Einschaltzustand (power on)
Sobald sich der Typ 4503B... im Messmodus befindet, wird dieses Bit gesetzt.
- NSE** Geänderte Konfigurationsdaten (new settings)
Sobald im Typ 4503B... Konfigurationen oder Zustandsänderungen der digitalen Eingänge vorgenommen werden (z.B. Tarierung), wird dieses Bit gesetzt.
- EXE** Ausführungsfehler (execution error)
Falls ein unzulässiges Kommando zum Typ 4503B... übermittelt wurde, wird dieses Bit gesetzt.

SC	Sensorfunktionstest (sensor check) Falls der Funktionstest des angeschlossenen Sensors aktiviert wurde (umgangssprachlich Kontroll- oder Kalibriersignal), wird dieses Bit gesetzt.
ALE	Grenzwertüberschreitung (alert occurred) Sobald ein Grenzwert überschritten wurde, wird dieses Bit gesetzt.
RNG	Skalierungsbereich (scaling range) Ist der zweite Skalierungsbereich aktiv, so wird dieses Bit gesetzt.
OPC	Abarbeitung abgeschlossen (operation complete) Wurde ein Kommando erfolgreich abgeschlossen, so wird dieses Bit gesetzt.

Die Ausgabe des ESR-Registers erfolgt im dezimalen Format (0_{dec} ... 255_{dec}). Die gesetzten Bits werden nach Ermittlung des ESR-Registers gelöscht.

Syntaxbeispiel:

***ESR?**
129 (PON- und OPC-Bit gesetzt)

12.6 Messen

12.6.1 Messwerte ermitteln (MEAS)

M?
MEAS:<function>?
MEAS:ALL?

Mit der MEAS-Kommandogruppe können einzelne Messwerte ermittelt werden. Folgende Messwertgrößen stehen zur Verfügung:

<function> =

TORQ	Drehmoment
TORQ:MIN	minimales Drehmoment
TORQ:MAX	maximales Drehmoment
SPE	Drehzahl
SPE:MIN	minimale Drehzahl
SPE:MAX	maximale Drehzahl
ANG	Drehwinkel
ANG:MIN	minimaler Drehwinkel
ANG:MAX	maximaler Drehwinkel
TEMP	Rotortemperatur
TEMP:MIN	minimale Rotortemperatur
TEMP:MAX	maximale Rotortemperatur

Der Drehmomentmesswert wird in dem gegenwärtigen Ausgabeformat übermittelt. Alle anderen Messwerte werden als dezimale Gleitkommazahl übermittelt.

Syntaxbeispiele:

MEAS:TORQ?	
56.556	(Drehmoment-Messwert)
MEAS:SPE?	
10270	(Drehzahl-Messwert)
MEAS:ANG?	
90.124	(Drehwinkel-Messwert)

Mit **MEAS:ALL?** können alle relevanten Messgrößen auf einmal übermittelt werden. Die Reihenfolge gliedert sich wie folgt:

<time>|<torque>|<speed>|<angle>|<temp_rotor>

<time>	Zeitstempel
<torque>	Drehmoment
<speed>	Drehzahl
<angle>	Drehwinkel
<temp_rotor>	Temperatur Drehmoment-Messrotor

Die senkrechte Trennzeichen ("|") repräsentieren den ASCII-Code 124_{dec} (7C_{Hex}).

Syntaxbeispiel:

MEAS:ALL?
1150.91|56.556|10270|90.124|50.125

Mit **M?** (Kurzform von **MEAS:TORQ?**) wird das Drehmoment (in Abhängigkeit vom gegenwärtigen Ausgabeformat) als Messwert ermittelt.

Syntaxbeispiel:

M?
56.556

12.6.2 Spitzenwertspeicher löschen (TRAC)

TRAC:<function>:CLR
TRAC:<function>:CLE

Mit dieser Kommandogruppe können interne Min./Max.-Speicher zurückgesetzt (gelöscht) werden. Folgende Speicher stehen zur Verfügung:

<function> =	
ALL	alle Min./Max.-Speicher
TORQ:MIN	minimales Drehmoment
TORQ:MAX	maximales Drehmoment
SPE:MIN	minimale Drehzahl
SPE:MAX	maximale Drehzahl
ANG:MIN	minimaler Drehwinkel
ANG:MAX	maximaler Drehwinkel
TEMP:MIN	minimale Temperatur Messrotor
TEMP:MAX	maximale Temperatur Messrotor

Syntaxbeispiele:

TRAC:ALL:CLR0	(alle Min./Max.-Speicher gelöscht)
TRAC:TORQ:MIN:CLR0	(nur minimales Drehmoment gelöscht)

Das Kommandofragment **CLR** ist gleichbedeutend wie **CLE**.

12.6.3 Skalierungsbereich umschalten (INP:GAIN:MULT)

INP:GAIN:MULT:ON
INP:GAIN:MULT:OFF
INP:GAIN:MULT:STAT?

Mit dem Kommando **INP:GAIN:MULT:ON** wird der zweite Skalierungsbereich ausgewählt werden.

Mit **INP:GAIN:MULT:OFF** erfolgt die Umschaltung zum ersten Skalierungsbereich.

Durch **INP:GAIN:MULT:STAT?** wird ermittelt, ob der zweite Skalierungsbereich aktiv ist (Antwort "**ON**"). Ist der erste Bereich aktiv, so antwortet der Typ 4503B... mit der Zeichenkette "**OFF**".

Syntaxbeispiele:

```
INP:GAIN:MULT:ON      (2. Skalierungsbereich aktivieren)
0
INP:GAIN:MULT:STAT?
ON
```

```
INP:GAIN:MULT:OFF    (1. Skalierungsbereich aktivieren)
0
INP:GAIN:MULT:STAT?
OFF
```

Bemerkungen

Die Messbereichsumschaltung darf nur angewendet werden, wenn der Drehmomentsensor tatsächlich im 1:10-Messbereich kalibriert worden ist. Mit der Anfrage **MEM:EXT:VALI?** erfährt der Anwender, ob der Drehmomentsensor im 1:10-Messbereich kalibriert wurde (siehe MEMory-Kommandogruppe).

12.6.4 Kontrollsignal (INP:CONT)

INP:CONT:ON
INP:CONT:OFF
INP:CONT:STAT?

Das Kontrollsignal (zum Funktionstest) wird mit **INP:CONT:ON** aktiviert. Durch **INP:CONT:OFF** wird das Kontrollsignal wieder deaktiviert.

Durch **INP:CONT:STAT?** wird ermittelt, ob das Kontrollsignal gegenwärtig aktiv ist (Antwort "ON"). Ist das Kontrollsignal ausgeschaltet, so antwortet der Typ 4503B... mit der Zeichenkette "OFF".

Syntaxbeispiele:

INP:CONT:ON
0 (Kontrolle eingeschaltet)

INP:CONT:STAT?
ON

INP:CONT:OFF
0 (Kontrolle ausgeschaltet)

INP:CONT:STAT?
OFF

12.6.5 Tiefpassfilter dig. Drehmomentmesswerte (OUTP:TORQ:FILT)

OUTP:TORQ:FILT:FREQ<cutOffFreq>
OUTP:TORQ:FILT:FREQ?

Für die digitale Drehmomentmesswertübertragung kann ein separater Tiefpassfilterwert zweiter Ordnung eingestellt werden. Dieser lässt sich mit **OUTP:TORQ:FILT:FREQ <cutOffFreq>** parametrieren.

<cutOffFreq> =

0.1	0,1	Hz
0.2	0,2	Hz
0.5	0,5	Hz
1	1	Hz
2	2	Hz
5	5	Hz
10	10	Hz
20	20	Hz
50	50	Hz
60	60	Hz
100	100	Hz

120	120	Hz
200	200	Hz
500	500	Hz
1000	1	kHz
2000	2	kHz
5000	5	kHz
10000	10	kHz

Syntaxbeispiele:

```
OUTP:TORQ:FILT:FREQ1000
0
```

(Filterfrequenz 1 kHz)

```
OUTP:TORQ:FILT:FREQ?
1000
```

12.6.6 Tiefpassfilter dig. Drehzahlmesswerte (OUTP:SPE:FILT)

OUTP:SPE:FILT:FREQ<cutOffFreq>
OUTP:SPE:FILT:FREQ?

Für die digitale Drehzahlmesswertübertragung kann ein separater Tiefpassfilterwert zweiter Ordnung eingestellt werden. Dieser lässt sich mit **OUTP:SPE:FILT:FREQ <cutOffFreq>** parametrieren.

<cutOffFreq> =

0.1	0,1	Hz
0.2	0,2	Hz
0.5	0,5	Hz
1	1	Hz
2	2	Hz
5	5	Hz
10	10	Hz
20	20	Hz
50	50	Hz
60	60	Hz
100	100	Hz
120	120	Hz
200	200	Hz
500	500	Hz
1000	1	kHz
2000	2	kHz
5000	5	kHz
10000	10	kHz

Syntaxbeispiele:

```
OUTP:SPE:FILT:FREQ10
```

(Filterfrequenz 10 Hz)

```
0
OUTP:SPE:FILT:FREQ?
10
```

12.6.7 Drehmomentausgänge tarieren (OUTP:TARE)

OUTP:TARE:AUTO
OUTP:TARE:ON
OUTP:TARE:OFF
OUTP:TARE:STAT?

Die digitale Drehmomentmesswertübertragung sowie die physikalischen Ausgänge der Stecker bezüglich Drehmomentmessung können mit dem Kommando **OUTP:TARE:AUTO** gleichzeitig auf den Ausgangsnullpunkt tariert werden (Sammeltarierung).

Mit dem Kommando **OUTP:TARE:ON** lässt sich die Sammeltarierung manuell einschalten und mit **OUTP:TARE:OFF** deaktivieren.



Sammeltarierung ermitteln

Durch **OUTP:TARE:STAT?** lässt sich ermitteln, ob die Sammeltarierung aktiv ist oder nicht. Sind nicht alle physikalische Ausgänge bezüglich Drehmomentmessung tariert, so antwortet der Typ 4503B... mit **"OFF"**. Liegt die Sammeltarierung vor, so wird mit **"ON"** geantwortet.

Syntaxbeispiele:

OUTP:TARE:AUTO 0	(Sammeltarierung der dig. Drehmomentmesswertübertragung sowie die analogen Ausgänge bezüglich Drehmomentmessung aktiviert. Tarierung wird sofort aktiv)
OUTP:TARE:STAT? ON	

12.6.8 Drehwinkelausgang tarieren (TRAC:ANG)

TRAC:ANG:CLR

Die digitale Drehwinkelmesswertübertragung sowie die physikalischen Ausgänge der Stecker bezüglich Drehwinkelmessung können mit dem Kommando TRAC:ANG:CLR gleichzeitig auf den Ausgangsnulldpunkt tariert werden.

12.6.9 Automatisches Tarieren von Drehwinkel (SYST:SPE:TURN)

<N> = 0 ... 32768

SYST:SPE:TURN<N> SYST:SPE:TURN?

Die digitale Drehwinkelmesswertübertragung sowie die physikalischen Ausgänge bezüglich Drehwinkelmessung können mit dem Kommando **SYST:SPE:TURN<N>** nach N Umdrehungen automatisch tariert werden. Bei **SYST:SPE:TURN10** wird der Drehwinkel nach 10 Umdrehungen bzw. 3600 ° tariert. Soll keine automatische Tarierung erfolgen, so ist N mit 0 (Null) zu definieren. Die gegenwärtige Einstellung lässt sich per **SYST:SPE:TURN?** ermitteln.

12.6.10 Anzahl der Ausgangsimpulse (OUTP:SPE:IMP)

<N> = 1 ... 8192

OUTP:SPE:IMP<N> OUTP:SPE:IMP?

Die Anzahl der Ausgangsimpulse an den physikalischen Ausgänge der Stecker kann bezüglich der Drehwinkelmessung mit dem Kommando **OUTP:SPE:IMP<N>** eingestellt werden. Bei **OUTP:SPE:IMP1024** werden pro Umdrehung 1024 Ausgangsimpulse generiert.

12.6.11 Messwerte synchronisieren (INP:SYNC)

INP:SYNC:ON
INP:SYNC:OFF
INP:SYNC:STAT?

Das zeitliche Synchronisieren von Drehmoment, Drehzahl und Drehwinkel auf der digitalen Schnittstelle kann mit dem Kommando **INP:SYNC:ON | OFF** aktiviert bzw. deaktiviert werden. Per **INP:SYNC:STAT?** lässt sich der Synchronisationsstatus ermitteln.



Bei Aktivierung der Drehmoment/Drehwinkel/Drehzahl-Synchronisation wird dem Tiefpassfilter für Dig. Drehzahl die gegenwärtig Tiefpassfiltereinstellung von Dig. Drehmoment zugewiesen.

12.6.12 Drehwinkelmessung Absolut/Relativ (SYST:SPE:MODE)

SYST:SPE:MODE:ABS
SYST:SPE:MODE:REL
SYST:SPE:MODE:STAT?

Die digitale Drehwinkelmesswertübertragung sowie die physikalischen Ausgänge der Stecker bezüglich Drehwinkelmessung können mit dem Kommando **SYST:SPE:MODE:ABS** als absolut bzw. per **SYST:SPE:MODE:REL** als relativ messend eingestellt werden.

Ist der Modus auf ABS (absolut) eingestellt, so ist nach dem der Sensor betriebsbereit ist (LED dauergrün) eine Referenzfahrt notwendig. Hierzu muss der Rotor um mindestens 360° gedreht werden, bevor eine Drehwinkelinformation ausgegeben wird. Ist der Modus auf REL (relativ) eingestellt, wird nach dem der Sensor betriebsbereit ist die Drehwinkelinformation unmittelbar ausgegeben.

12.7 Sekundärer Ausgang (12-pol. Einbaustecker)

12.7.1 Konfiguration (OUTP:SEC:CONF)

OUTP:SEC:CONF:DEF
 OUTP:SEC:CONF:USER
 OUTP:SEC:CONF?

Mit diesem Kommando wird definiert, ob für den sekundären Ausgang Standardeinstellungen oder benutzerdefinierte Einstellungen gültig sein sollen.



Mit **OUTP:SEC:CONF:DEF** werden für alle definierbaren Parameter des sekundären Ausgangs Standardwerte vorgesehen (Einstellungen ab Werk).

Sollen Parameter des sekundären Ausgangs verändert werden, so muss zuvor das Kommando **OUTP:SEC:CONF:USER** ausgeführt werden. Nun sind Filtereinstellungen, Skalierbereiche etc. vom Anwender definierbar.

Durch **OUTP:SEC:CONF?** wird ermittelt, welche Konfiguration gegenwärtig aktiv ist. Die Antwort "**DEF**" deutet auf die Standardeinstellungen hin, die Antwort "**USER**" auf benutzerdefinierte Einstellungen.

Syntaxbeispiele:

```
OUTP:SEC:CONF:DEF (Standardeinstellungen)
0
OUTP:SEC:CONF?
DEF
```

```
OUTP:SEC:CONF:USER
0 (Benutzerdefinierte Einstellungen)
OUTP:SEC:CONF?
USER
```

12.7.2 Quelle (OUTP:SEC:SOUR)

OUTP:SEC:SOUR:TORQ
OUTP:SEC:SOUR:SPE
OUTP:SEC:SOUR?

Der sekundäre Ausgang kann einer Messgröße als Quelle zugeordnet werden.

Mit **OUTP:SEC:SOUR:TORQ** folgt der sekundäre Ausgang der Messgröße Drehmoment. Soll der sekundäre Ausgang auf die Drehzahl zugeordnet werden, so ist das Kommando **OUTP:SEC:SOUR:SPE** auszuführen.

Durch **OUTP:SEC:SOUR?** wird ermittelt, welcher Messgröße der sekundäre Ausgang zugeordnet ist. Die Antwort "**TORQ**" repräsentiert das Drehmoment, die Antwort "**SPE**" die Messgröße Drehzahl.

Syntaxbeispiele:

```
OUTP:SEC:SOUR:TORQ (Quelle Drehmoment)
0
OUTP:SEC:SOUR?
TORQ
```

```
OUTP:SEC:SOUR:SPE (Quelle Drehzahl)
0
OUTP:SEC:SOUR?
SPE
```

12.7.3 Ausgangssignalart (OUTP:SEC:ROUT)

OUTP:SEC:ROUT:VOLT
OUTP:SEC:ROUT:FREQ
OUTP:SEC:ROUT?

Der sekundäre Ausgang kann mit dem Kommando **OUTP:SEC:ROUT:VOLT** als Spannungsausgang definiert werden.

Ebenso ist es möglich, den sekundären Ausgang alternativ als Frequenzausgang umzuschalten, dies geschieht mit dem Kommando **OUTP:SEC:ROUT:FREQ**.

Durch das Kommando **OUTP:SEC:ROUT?** wird ermittelt, welche Ausgangssignalart am sekundären Ausgang vorliegt. Ist der Ausgang als Spannungsausgang definiert, so antwortet das 4503B... mit "**VOLT**". Liegt die Einstellung als Frequenzausgang vor, so wird mit "**FREQ**" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:ROUT:VOLT (Ausgangssignalart Spannungsausgang)
0
OUTP:SEC:ROUT?
VOLT

OUTP:SEC:ROUT:FREQ (Ausgangssignalart Frequenzausgang)
0
OUTP:SEC:ROUT?
FREQ

12.7.4 Skalierungsbereiche (OUTP:SEC[:EXT]:SCAL)

OUTP:SEC[:EXT]:SCAL<percentage>
OUTP:SEC[:EXT]:SCAL?

Für den sekundären Ausgang können die verfügbaren Skalierungsbereiche unabhängig definiert werden. Dies geschieht durch einen prozentualen Wert des Nennwerts der zugeordneten Messgröße.

Durch **OUTP:SEC:SCAL<percentage>** wird der 1. Skalierungsbereich in Prozent definiert.

Mit **OUTP:SEC:SCAL?** kann der prozentuale Faktor des 1. Skalierungsbereichs ermittelt werden.

Durch die Verwendung des Kommandofragments **EXT** wird in allen Fällen der 2. Skalierungsbereich angesprochen.

<percentage> = -10.0 ... 100.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:SCAL100 (1. Skalierungsbereich: 100 % des Nennwerts der zugeordneten Messgröße)
0

OUTP:SEC:SCAL?
100

OUTP:SEC:EXT:SCAL10 (2. Skalierungsbereich: 10 % des Nennwerts der zugeordneten Messgröße)
0

OUTP:SEC:EXT:SCAL?
10

12.7.5 Tiefpassfilter (OUTP:SEC[:EXT]:FILT)

OUTP:SEC[:EXT]:FILT:FREQ<cutOffFreq>
OUTP:SEC[:EXT]:FILT:FREQ?

Für den sekundären Ausgang können für den 1. und 2. Skalierbereich jeweils ein Tiefpassfilterwert zweiter Ordnung eingestellt werden. Dieser lässt sich für den 1. Skalierbereich mit **OUTP:SEC:FILT:FREQ<cutOffFreq>** parametrieren.

Durch die Verwendung des Kommandofragments **EXT** wird in allen Fällen der 2. Skalierungsbereich angesprochen.

<cutOffFreq> =

0.1	0,1	Hz
0.2	0,2	Hz
0.5	0,5	Hz
1	1	Hz
2	2	Hz
5	5	Hz
10	10	Hz
20	20	Hz
50	50	Hz
60	60	Hz
100	100	Hz
120	120	Hz
200	200	Hz
500	500	Hz
1000	1	kHz
2000	2	kHz
5000	5	kHz
10000	10	kHz

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:FILT:FREQ1000 (Filterfrequenz 1 kHz im 1.
0 Skalierbereich)
OUTP:SEC:FILT:FREQ?
1000

OUTP:SEC:EXT:FILT:FREQ100 (Filterfrequenz 100 Hz im
0 2. Skalierbereich)
OUTP:SEC:EXT:FILT:FREQ?
100

12.7.6 Tarierung (OUTP:SEC:TARE)

OUTP:SEC:TARE<voltage/freq>
OUTP:SEC:TARE?
OUTP:SEC:TARE:AUTO
OUTP:SEC:TARE:ON
OUTP:SEC:TARE:OFF
OUTP:SEC:TARE:STAT?

Der sekundäre Ausgang kann durch das Kommando **OUTP:SEC:TARE:AUTO** auf den Ausgangsnulldpunkt tariert werden.

Alternativ ist die Tarierung auf einen bestimmten Frequenzwert in kHz möglich, dies geschieht mit **OUTP:SEC:TARE<freq>**.

Durch **OUTP:SEC:TARE?** wird ermittelt, auf welchen Wert der sekundäre Ausgang tariert ist.

Mit **OUTP:SEC:TARE:ON** wird die Tarierung aktiviert und mit **OUTP:SEC:TARE:OFF** deaktiviert.

Die Aktivität der Tarierung lässt sich mit dem Kommando **OUTP:SEC:TARE:STAT?** ermitteln. Die Antwort "ON" deutet auf die aktive Tarierung hin. Bei ausgeschalteter Tarierung antwortet der 4503B... mit "OFF".

<voltage/freq> = -5.0 ... 5.0 (Spannungsausgang)
 1.0 ... 250.0 (Frequenzausgang)

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:TARE:AUTO 0	(Tarierung auf 0 V bzw. Ausgangsnulldpunkt, Tarierung wird sofort aktiv)
OUTP:SEC:TARE? 100	(Antwort mit gegenwärtig definierten Ausgangsnulldpunkt z.B. bei aktivem sekundären Frequenzausgang)
OUTP:SEC:TARE:STAT? ON	
OUTP:SEC:TARE240 0	(Tarierung auf 240 kHz z.B. bei aktivem sekundären Frequenzausgang, Tarierung wird sofort aktiv)
OUTP:SEC:TARE? 240	

12.7.7 Ausgangsspannungshub (OUTP:SEC:VOLT:MAGN)

OUTP:SEC:VOLT:MAGN<voltage>
OUTP:SEC:VOLT:MAGN?

Mit **OUTP:SEC:VOLT:MAGN<voltage>** kann der Spannungshub in Abhängigkeit des Nennwerts der zugeordneten Messgröße (z.B. Nenndrehmoment, Nenndrehzahl) des sekundären Spannungsausgangs in V definiert werden.

Durch **OUTP:SEC:VOLT:MAGN?** wird der Spannungshub ermittelt.

<voltage> = -10.0 ... 10.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:VOLT:MAGN8 (Spannungshub auf 8V bei
0 Nennwert der zugehörigen
Messgröße)

OUTP:SEC:VOLT:MAGN?
8

12.7.8 Ausgangsspannungshub bei Kontrolle (OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN)

OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN<voltage>
OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN?

Mit **OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN<voltage>** kann der Spannungshub bei aktiver Kontrolle des sekundären Spannungsausgangs in V definiert werden.

Durch **OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN?** wird der Spannungshub bei aktiver Kontrolle ermittelt.

<voltage> = -10.0 ... 10.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN5 (Spannungshub auf 5 V
0 bei aktiver Kontrolle)

OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN?
5

12.7.9 Ausgangsnulldpunkt Frequenzgang (OUTP:SEC:FREQ:ZERO)

OUTP:SEC:FREQ:ZERO<freq>
OUTP:SEC:FREQ:ZERO?

Mit **OUTP:SEC:FREQ:ZERO<freq>** kann der Ausgangsnulldpunkt des sekundären Frequenzgangs in kHz definiert werden.

Durch **OUTP:SEC:FREQ:ZERO?** wird der Ausgangsnulldpunkt in kHz ermittelt.

<freq> = 1.0 ... 250.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:FREQ:ZERO100 (Ausgangsnulldpunkt auf
0 100 kHz)

OUTP:SEC:FREQ:ZERO?
100

12.7.10 Ausgangsfrequenzhub (OUTP:SEC:FREQ:MAGN)

OUTP:SEC:FREQ:MAGN<freq>
OUTP:SEC:FREQ:MAGN?

Mit **OUTP:SEC:FREQ:MAGN<freq>** kann der Ausgangsfrequenzhub in Abhängigkeit des Nenndrehmoments des sekundären Frequenzgangs in kHz definiert werden.

Durch **OUTP:SEC:FREQ:MAGN?** wird der Ausgangsfrequenzhub in kHz ermittelt.

<freq> = -150.0 ... 150.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:FREQ:MAGN40 (Ausgangsfrequenzhub auf
0 40 kHz bei Nenndrehmoment)

OUTP:SEC:FREQ:MAGN?
40

12.7.11 Ausgangsfrequenzhub bei Kontrolle (OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN)

OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN<freq>
OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN?

Mit **OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN<freq>** kann der Ausgangsfrequenzhub bei aktiver Kontrolle des sekundären Frequenzausgangs in kHz definiert werden.

Durch **OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN?** wird der Ausgangsfrequenzhub bei aktiver Kontrolle in kHz ermittelt.

<freq> = -150.0 ... 150.0

Syntaxbeispiele:

OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN40 (Ausgangsfrequenzhub
0 auf 40 kHz bei aktiver
Kontrolle)

OUTP:SEC:FREQ:MAGN?
40

12.7.12 Ausgangsamplitude (OUTP:FREQ:AMPL)

OUTP:FREQ:AMPL<voltage>
OUTP:FREQ:AMPL?

Die Ausgangsamplitude des sekundären Frequenzausgangs wird mit **OUTP:FREQ:AMPL<voltage>** in V definiert.

Durch **OUTP:FREQ:AMPL?** erfolgt die Ermittlung der Ausgangsamplitude in V.

< voltage > = 5|24



Ausgangsamplitude am primären Ausgang

Die Ausgangsamplitude ist beim primären und sekundären Frequenzausgang der selbe Wert.

Syntaxbeispiele:

OUTP:FREQ:AMPL5 (Ausgangsamplitude des
0 primären und sekundären
Frequenzausgangs auf 5 V)

OUTP:FREQ:AMPL?
5

12.7.13 Digitaler Kontrolleingang (INP:SEC:CONT)

INP:SEC:CONT:STAT?

Der digitale Eingangszustand der Kontroll-Leitung am sekundären Ausgangsstecker (12 pol.) kann mit dem Kommando **INP:SEC:CONT:STAT?** ermittelt werden.

Ist die Kontrolle an diesem Eingang ausgelöst, so antwortet der Typ 4503B... mit dem Wert "1". Ist keine Kontrolle an diesem Eingang gegenwärtig aktiviert, so wird mit dem Wert "0" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

INP:SEC:CONT:STAT?
1

(die Kontrolle ist über den dig. Eingang des Steckers 12 pol. aktiviert worden)

12.8 Peripherer Ausgang (7-pol. Einbaustecker)

12.8.1 Digitaler Kontrolleingang (INP:PRI:FREQ:CONT)

INP:PRI:FREQ:CONT:STAT?

Der digitale Eingangszustand der Kontroll-Leitung am peripheren Ausgangsstecker (7-pol.) kann mit dem Kommando **INP:PRI:FREQ:CONT:STAT?** ermittelt werden.

Ist die Kontrolle an diesem Eingang ausgelöst, so antwortet das 4503B... mit dem Wert "1". Ist keine Kontrolle an diesem Eingang gegenwärtig aktiviert, so wird mit dem Wert "0" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

INP:PRI:FREQ:CONT:STAT?
1

(die Kontrolle ist über den dig. Eingang des Steckers 7-pol. aktiviert worden)

12.8.2 Digitale Skalierungsumschaltung (INP:RANG)

INP:RANG:STAT?

Der digitale Eingangszustand der Skalierungsumschalt-Leitung am peripheren Ausgangsstecker kann mit dem Kommando **INP:RANG:STAT?** ermittelt werden.

Ist die Skalierungsumschaltung an diesem Eingang ausgelöst (2. Skalierungsbereich), so antwortet das 4503B... mit dem Wert "1". Ist keine Skalierungsumschaltung an diesem Eingang gegenwärtig aktiviert (1. Skalierungsbereich), so wird mit dem Wert "0" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

INP:RANG:STAT?
1

(die Skalierungsumschaltung ist über den dig. Eingang des Steckers aktiviert worden: 2. Skalierungsbereich)

12.8.3 Digitale Skalierungsquittierung (OUTP:RANG:ACKN)

OUTP:RANG:ACKN:STAT?

Der digitale Ausgangszustand der Skalierungsquittier-Leitung am peripheren Ausgangsstecker kann mit dem Kommando **OUTP:RANG:ACKN:STAT?** ermittelt werden.

Ist die Skalierungsquittier-Leitung ausgelöst (2. Skalierungsbereich), so antwortet der Typ 4503B... mit dem Wert "1". Ist die Skalierungsquittier-Leitung gegenwärtig deaktiviert (1. Skalierungsbereich), so wird mit dem Wert "0" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

OUTP:RANG:ACKN:STAT?
1

(die Skalierungsquittier-Leitung ist am Stecker aktiv: 2. Skalierungsbereich)

12.9 Tariertaste und LED

12.9.1 Zustand der Tariertaste (INP:TARB)

INP:TARB:STAT?

Der digitale Zustand der Tariertaste kann mit dem Kommando **INP:TARB:STAT?** ermittelt werden.

Ist die Taste gedrückt, so antwortet der Typ 4503B... mit "1". Bei ungedrückter Taste wird mit dem Wert "0" geantwortet.

Syntaxbeispiele:

INP:TARB:STAT? 1	(die Tariertaste ist gedrückt)
INP:TARB:STAT? 0	(die Tariertaste ist nicht gedrückt)

12.9.2 Zustand der LED (OUTP:LED)

OUTP:LED:RD:STAT?

OUTP:LED:GN:STAT?

Der Anzeigestatus der Zweifarben-LED kann mit folgenden Kommandos ermittelt werden:

	OUTP:LED:RD:STAT?	OUTP:LED:GN:STAT?	Zustand
Antwort	0	0	aus
	0	1	grün
	1	0	rot
	1	1	orange

Syntaxbeispiele:

OUTP:LED:RD:STAT? 0	(roter Anteil ist aus)
OUTP:LED:GN:STAT? 1	(grüner Anteil ist ein, also leuchtet die LED in der Gesamtheit grün)

12.10 Speicherbereich

12.10.1 Einstellungen laden und speichern (MEM:[LOAD | SAVE])

MEM:LOAD
MEM:SAVE

Die benutzerdefinierten Einstellungen können in der Drehmoment-Auswerteeinheit Typ 4503B... nicht flüchtig gespeichert werden. Dies wird mit dem Kommando **MEM:SAVE** durchgeführt.

Die Einstellungen werden bei erneutem Einschalten vom Typ 4503B... automatisch geladen.

Sollen bereits gespeicherten Einstellungen manuell geladen werden (um z.B. veränderte Parameter durch gespeicherte Werte wiederherzustellen), so kann dies mit dem Kommando **MEM:LOAD** bewerkstelligt werden.



Speichern von Einstellungen

Beim Speichern mit **MEM:SAVE** werden die zuvor gespeicherten Einstellungen überschrieben und können nicht mehr wiederhergestellt werden!

Die Werkseinstellungen nach Auslieferung vom Typ 4503B... bleiben aber erhalten und können nicht vom Anwender überschrieben werden.

Syntaxbeispiele:

MEM:SAVE 0	(benutzerdefinierte Einstellungen speichern)
MEM:LOAD 0	(benutzerdefinierte Einstellungen laden)

12.10.2 Digitales Datenblatt

Im Speicherbereich des Typ 4503B... sind digitale Daten gespeichert, die mit folgenden Kommandos ermittelt werden können:

Daten bezüglich des Drehmoment-Messrotors (Rotor)

MEM:TYPE?	Typenbezeichnung (Typ)
MEM:SER?	Seriennummer (SN)
MEM:RANG?	Nenn Drehmoment in N·m
MEM:CONT:MAGN?	Drehmomenthub bei Kontrolle in N·m
MEM:SPE:MAX?	Maximale Drehzahl in Upm
MEM:LINE?	Genauigkeitsklasse
MEM:TMIN?	Minimale Einsatztemperatur in °C
MEM:TMAX?	Maximale Einsatztemperatur in °C
MEM:MDAT?	Herstellungsjahr
MEM:CDAT?	Kalibrierdatum
IDN:VER?	Firmware-Version
MEM:CAL?	Kalibrierschlüssel Auswerteeinheit

Syntaxbeispiele:

MEM:TYPE?	4503B...
MEM:SER?	103889
MEM:RANG?	1000.0
MEM:CONT:MAGN?	899.65
MEM:SPE:MAX?	20000
MEM:LINE?	0.05
MEM:TMIN?	10
MEM:TMAX?	60
MEM:MDAT?	2016
MEM:CDAT?	16.02.2015
MEM:CAL:TYPE?	4503BN1
MEM:CAL:SER?	115987
MEM:CAL:CDAT?	16.02.2011
MEM:CAL?	4503B...
IDN:VER?	V1.10

13. Wartung

- Drehmomentsensoren der Typenreihe 4503B... sind nahezu wartungsfrei
- Erneuerung der Lager kann nur im Werk erfolgen
- Präzisionsanwendungen: Drehmomentsensor jährlich neu kalibrieren (Kalibrierung im Werk oder mit entsprechender Kalibriervorrichtung)
- Kabelstecker monatlich auf festen Sitz kontrollieren
- Kabel monatlich auf Beschädigung überprüfen

14. Instandsetzen der Messwelle

- Welle schwergängig

Lager defekt

- durch Torsions- oder Biegeschwingungen
- durch zu hohe Axial- oder Radiallasten
- durch altes oder verschmutztes Lager
- Welle durch zu hohe Querlast verbogen

Abhilfe:

Einsenden ans Werk

- Nullpunktverschiebung kleiner als etwa 2 %
Nullpunkt neu abgleichen
- Nullpunktverschiebung zwischen etwa 2 %
und etwa 5 %:
Drehmomentsensor wurde überlastet
Nullpunkt kann einmalig am Messverstärker neu
abgeglichen werden
- Nullpunktverschiebung grösser als etwa 5 %
oder mehrmals zwischen 2 % und 5 %
Drehmomentsensor ins Werk zur Überprüfung
- Sensor hat Hysterese zwischen Links- und
Rechtmoment.
Sensor wurde überlastet.
Neue Torsionswelle ist erforderlich. Sensor zurück ins
Werk zur Reparatur

15. Technische Daten

Mechanische Grunddaten

Messbereich	N-m	±0,2 ... 5 000
Nenn Drehmoment M_{nom}	N-m	0,2 ... 5 000
Mechanische Überlastbarkeit		
Grenzdrehmoment		1,5 x M_{nom}
Wechseldrehmoment		0,7 x M_{nom}
Bruchdrehmoment		4 x M_{nom}
Eingebaute Drehzahlsonde	Impulse/ Umdr.	1x60
Drehzahlmessung		2x 1 ... 8 192
Drehzahl-/Winkelmessung mit Referenzimpuls (Version "H" und "W")	(optional)	90° versetzt, TTL + Z-Impuls
Nenn Drehzahl		nach Messbereich und Ausführung (siehe Angaben)
Wuchtgüte Q		
für Ausführung "L" und "W"		6,3
für Ausführung "H"		2,5
Gehäusematerial		Al, eloxiert
Schutzart		IP40

Allgemeine elektrische Daten

Grenzfrequenz -3 dB für Spannungsausgang	kHz	10
Ausgangssignal bei M_{nom} (Nennwert)	VDC	±0 ... 5/10
	kHz	100 ±40
Lastwiderstand	kΩ	>10
Betriebstemperaturbereich (Nenntemperaturbereich)	°C	10 ... 60
Gebrauchstemperaturbereich	°C	0 ... 70
Lagertemperaturbereich	°C	-25 ... 80
100 % Kontrolleingang	VDC	"Ein" 3,5 ... 30 "Aus" 0 ... 2
Speisespannung	VDC	11 ... 30
Leistungsaufnahme	W	<5
Elektrischer Anschluss		12-pol./7-pol. Einbaustecker

Elektrische Messdaten – Standard Messbereich 1:1

Nenn Drehmoment	N-m	0,2 ... 5 000
Genauigkeitsklasse		0,05
Linearitätsabweichung einschliesslich Hysterese	% FSO	<±0,05
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	% FSO/10 K	<±0,05
Temperatureinfluss auf den Kennwert	% FSO/10 K	<±0,05
Drehmoment-Kontrollsignal für Spannung-/Frequenz Ausgang	% FSO	100 ±0,2

Elektrische Messdaten – Erweiterter Messbereich 1:x

Nenn Drehmoment	N-m	0,05 ... 1 000	0,02
Genauigkeitsklasse		0,1	0,2
Linearitätsabweichung einschliesslich Hysterese	% FSO	<±0,1	<±0,2
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	% FSO/10 K	<±0,1	<±0,2
Temperatureinfluss auf den Kennwert	% FSO/10 K	<±0,1	<±0,2
Drehmoment-Kontrollsignal für Spannungs-/ Frequenz Ausgang	% FSO	100 ±0,3	

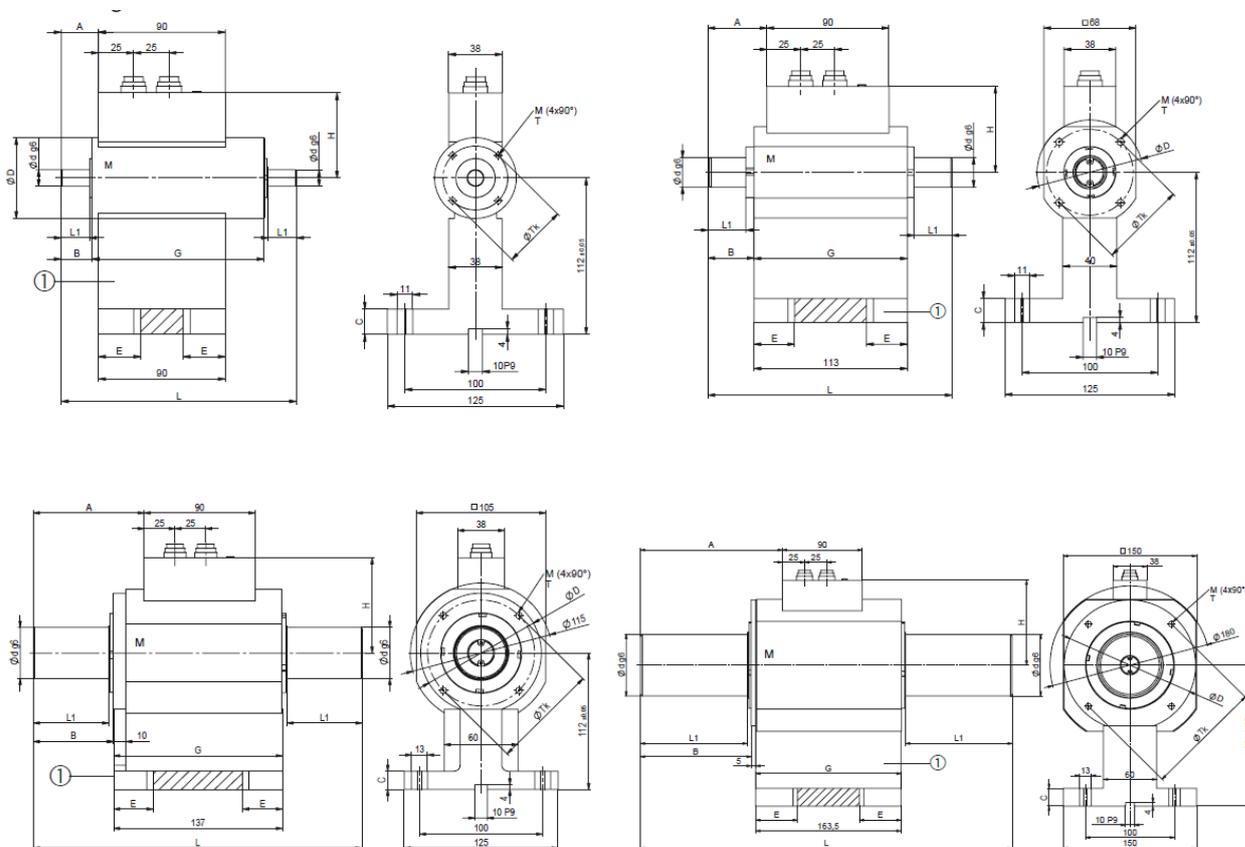
Drehzahl-/ Drehwinkel Messsystem

Baugrösse		1 ... 5
Messsystem		Magneto-resistiv
Ausgangssignal	V	5 TTL
Impulse pro Umdrehung		1 ... 8 192
Impulstoleranz	°	≤0,03
Mindestdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	>0
Maximal zulässige Ausgangsfrequenz	kHz	500
Gruppenlaufzeit	µs	<150
Lastwiderstand	kΩ	≥2

Referenzimpuls-Messsystem (0-Index)

Messsystem		Magneto-resistiv
Ausgangssignal	V	5 TTL
Impulse pro Umdrehung		1
Impulstoleranz	°	≤0,03
Mindestdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	>0
Gruppenlaufzeit	µs	<150
Lastwiderstand	kΩ	≥2

16. Abmessungen



① = Option Gehäuseunterbau "GU"
M = Messeite

Abmessungen in mm

Baugröße	1			2		3	4	5
Nenn Drehmoment N·m	0,2	0,5	1	2/5	10/20	50/100	200/500/ 1 000	2 000/5 000
L	159	159	159	163	167	180	267	418
L1	16	16	16	18	20	28	61	120
L2	16	16	16	18	20	28	61	120
øD	58	58	58	58	58	78	98	148
ød g6	9	9	9	10	12	22	42	70
A	22,5	22,5	22,5	24,5	26,5	43,5	90	259,5
B	18	18	18	18	22	34	65	124,5
C		18			18	18	15	20
E		30			30	30	32	47
G		122			122	113	137	169
H		54			54	64	78	96,5
TK		46			46	64	87	132
M		M5			M5	M6	M6	M8
T		6 tief			6 tief	12 tief	12 tief	16 tief

Option: Wellenende mit Passfedernuten. Passfedernut (2x180°) nach DIN 6885, Bl. 1

16.2 Messbereiche und zulässige Höchstdrehzahl

Messbereich N·m	Ausführung "L" (low speed) 1/min	Ausführung "H" (high speed) 1/min
0,2	20 000	50 000
0,5	20 000	50 000
1	20 000	50 000
2	20 000	50 000
5	20 000	50 000
10	20 000	50 000
20	20 000	50 000
50	12 000	30 000
100	12 000	30 000
200	8 000	20 000
500	8 000	20 000
1 000	8 000	20 000
2 000	5 000	10 000
5 000	5 000	10 000

16.3 Drehsteifigkeit und Massenträgheit

Messbereich N·m	Drehsteifigkeit N·m/rad	Massenträgheit kgcm ²	
		Messeite	Antriebsseite
0,2	101	0,021	0,36
0,5	101	0,021	0,36
1	213	0,023	0,36
2	480	0,024	0,36
5	1 220	0,024	0,36
10	2 757	0,034	0,37
20	6 095	0,034	0,37
50	13 020	0,8	0,49
100	16 860	0,85	0,5
200	81 860	6,57	6,08
500	119 300	6,64	6,51
1 000	148 000	6,82	6,69
2 000	603 300	58,9	61,2
5 000	725 250	60,31	62,9

16.4 Grenzwerte für dynamische Belastung

Ausführung „L/W“ Messeite (low speed“)

Baugröße	Messbereich N·m	Gewicht kg	Drehzahl 1/min	Messeite		Antriebsseite	
				Querkraft N max.	Axialkraft N max.	Querkraft N max.	Axialkraft N max.
1	0,2	1,4	20 000	1,6	50	120	80
	0,5			3,3	50	120	80
	1			5	50	120	80
2	2	1,4	20 000	10	80	120	80
	5			28	80	120	80
	10			30	80	120	80
	20			35	80	120	80
3	50	2,1	12 000	200	120	280	150
	100			200	120	280	150
4	200	5,8	8 000	450	200	700	250
	500			450	200	700	250
	1 000			450	200	700	250
5	2 000	22	5 000	700	350	1 500	450
	5 000			700	350	1 500	450

Ausführung „H“ Messeite (high speed“)

Baugröße	Messbereich N·m	Gewicht kg	Drehzahl 1/min	Messeite		Antriebsseite	
				Querkraft N max.	Axialkraft N max.	Querkraft N max.	Axialkraft N max.
1	0,2	1,4	50 000	1,6	30	100	30
	0,5			3,3	30	100	30
	1			5	30	100	30
2	2	1,4	50 000	10	30	100	30
	5			28	30	100	30
	10			30	30	100	30
	20			35	30	100	30
3	50	2,1	30 000	100	40	200	75
	100			100	40	200	75
4	200	5,8	20 000	250	100	400	170
	500			250	100	400	170
	1 000			250	100	400	170
5	2 000	22	10 000	450	160	800	250
	5 000			450	160	800	250

17. Bestellschlüssel

 Typ 4503B □ □ □ □ □

Messbereiche in N·m

0,2	0,2
0,5	0,5
1	001
2	002
5	005
10	010
20	020
50	050
100	100
200	200
500	500
1 000	1k0
2 000	2k0
5 000	5k0

Impulse pro Umdrehung

Low speed 60	L
High speed bis $2 \times 8192 + Z$	H
Low speed bis $2 \times 8192 + Z$	W

Passfeder

Ohne	P0
Mit	P1

Ausgangssignal

Spannung ± 5 VDC und Frequenz 100 ± 40 kHz	00
Spannung ± 10 VDC und Frequenz 100 ± 40 kHz	B1

Kalibrierung

WKS 1 – Einbereich	KA0
WKS 1 – Zweibereich 1:1 und/oder 1:10	KA1
WKS 1 – Zweibereich 1:1 und/oder 1:5	KA2
WKS 2 – Einbereich	WA0
WKS 2 – Zweibereich 1:1 und/oder 1:10	WA1
WKS 2 – Zweibereich 1:1 und/oder 1:5	WA2
DAkS 5 – Einbereich, 5 Messpunkte	DK5
DAkS 8 – Einbereich, 8 Messpunkte	DK8
DAkS 5 – Zweibereich, 5 Messpunkte	D52
DAkS 8 – Zweibereich, 8 Messpunkte	D82

Begriffsdefinition Kalibrierung:

- **WKS 1:** Kalibrierung mit 5 Punkten Rechts, 3 Punkte Links
- **WKS 2:** Kalibrierung mit 5 Punkten Rechts wie Links und Wiederholungsreihe
- **DAkS:** Kalibrierung nach DIN 51309

Unser Kalibrierservice DAkS-K-17650-01 bietet rückführbare Kalibrierungen für Drehmomentsensoren aller Hersteller an.

Bestellbeispiel:

Typ 4503B050LP000KA0

Drehmomentsensor mit 1 Messbereich: Nenndrehmoment 50 N·m:
050, Ausführung L: max. Drehzahl 12 000 min⁻¹, Ohne Passfedernuten: **P0**, Standard-Ausgangssignal ± 5 VDC und Frequenz 100 \pm 40 kHz: **00**, Kalibrierung WKS1 Einbereich: **KA0**

18. Zubehör/Komponenten für Typ 4503B...

Mitgeliefertes Zubehör	
• USB-Kabel	55115378
Zubehör (optional)	Typ/Art. Nr.
• Gehäuseunterbau "GU", für Messbereiche 0,2 ... 20 N·m	18030861
• Gehäuseunterbau "GU", für Messbereiche 50 ... 100 N·m	18030862
• Gehäuseunterbau "GU", für Messbereiche 200 ... 1 000 N·m	18030863
• Gehäuseunterbau "GU", für Messbereiche 2 000 ... 5 000 N·m	18030864
• Kabeldose mit Lötöse 12-pol.	18008371
• Kabeldose mit Lötöse 7-pol.	18008363
• Anschlusskabel, 5 m, 12-pol.	18008935
• Anschlusskabel, 5 m, 12-pol. – freie Enden	18008943
• Anschlusskabel, 5 m, 7-pol. – freie Enden	18008996
• Anschlusskabel 2,5 m, 12-pol. – CoMo Torque	18008967
• Anschlusskabel 5 m, RS-232C 7-pol./D-Sub 9-pol.	18008994
• ControlMonitor CoMo Torque Auswertegerät für Drehmomentsensoren	4700B...

Kabel gemäss Datenblatt 000-615.

19. Index

A

Abmessungen	71
Anschlusskabel.....	17
Anschlussplan Sensor Messbereichsumschaltung	16
Anschlussplan Standardsensor	15
ASCII-Identifikation.....	44
Aufbau Kalibriereinrichtung.....	27
Ausgabeformat definieren	37
Ausgangssignalart.....	56

B

Bestellschlüssel	75
Blockschaltbild	9

D

Dehnungsmessstreifen	8
Digital per RS-232C oder USB	25
Digitalausgang.....	14
Digitales Datenblatt	67
DMS	8
Drehmomentausgänge tarieren	52, 53
Drehmomentmessungen	29
Drehmomentmesswerte mittels externer Triggerung	34
Drehmomentmesswerte über RS-232-C-Kommando	33
Drehsteifigkeit.....	73
Drehwinkelmessung Absolut/Relativ	54
Drehzahl-/ Drehwinkelerfassung.....	10

E

Einschaltvorgang.....	29
elektrische Installation	20
Entsorgungshinweis	6
Ereignisstatusregister.....	45
ESR?	45

F

Fehlermeldungen	39
-----------------------	----

G

galvanische Trennung	12
Grenzwerte	74

H

Höchstdrehzahl.....	73
HyperTerminal	40

I

Identifikation	44
Inbetriebnahme	24
INP:CONT	50
INP:FILT.....	55
INP:GAIN:MULT	49
INP:PRI:FREQ:CONT	63
INP:RANG	64
INP:TARB.....	65
Instandsetzung Messwelle.....	69

J

Justieren und Kalibrieren	26
---------------------------------	----

K

Konfigurations-Kommandos.....	35
Kontrollsignal (INP:CONT)	50
Konventionen und Syntax	30

M

Massenträgheit	73
MEAS	47
MEAS:ALL	47
Messbereich umschalten	49
Messbereiche	73
Messbereichsumschaltung.....	14
Messen	47
Messgeschwindigkeiten, Reaktionszeiten	32
Messkommandos	47
Messsystembeschreibung.....	8
Messwelle instandsetzen	69
Messwertabfrage	36
Messwerte ermitteln (MEAS).....	47

O

OUTP:FREQ:AMPL.....	62
OUTP:LED	65
OUTP:RANG:ACKN	64
OUTP:SEC:CONF	55
OUTP:SEC:FREQ:CONT:MAGN.....	62

OUTP:SEC:FREQ:MAGN	61
OUTP:SEC:FREQ:ZERO	61
OUTP:SEC:ROUT	56
OUTP:SEC:SOUR	56
OUTP:SEC:TARE	59
OUTP:SEC:VOLT:CONT:MAGN	60
OUTP:SEC:VOLT:MAGN	60
OUTP:SEC[:EXT]:FILT	58
OUTP:SEC[:EXT]:SCAL	57
OUTP:SPE:FILT	51
OUTP:TARE	52, 53, 54
OUTP:TORQ:FILT	50

P

Peripherer Ausgang (Stecker X2)	63
---------------------------------------	----

Q

Quelle	56
--------------	----

R

RS-232 Externe Triggerung	34
RS-232 Funktionsblock CONFIguration	35
RS-232 Funktionsblock FORMat	35
RS-232 Funktionsblock MEMory	35
RS-232 Funktionsblock TRIGger	35
RS-232 Kommando CONF:TORQ	36
RS-232 Kommando MEAS:TORQ?	33
RS-232 Kommando MEAS?	33
RS-232 Kommando TRIG:MODE:MEAS	38
RS-232 Messgeschwindigkeiten	32
RS-232 Messwert Konfiguration	36
RS-232 Reaktionszeiten	32

S

Schnittstellen-Kommandos	30
SCPI	30
Sekundärer Ausgang	55
Skalierungsbereich umschalten (INP:GAIN:MULT)	49
Skalierungsbereiche	57
Speicherbereich	66
Speisung	11
Spitzenwertspeicher löschen	48
Stecker X4	55
Steckerbelegung, Anschlussplan	13
Stromaufnahme bei unterschiedlicher Versorgungsspannung	11

T

Tarierung	25
Technische Daten	70
Tiefpassfilter	58
Tiefpassfilter dig. Drehmomentmesswerte	50
Tiefpassfilter Drehmoment	55
TRAC	48
Triggermodus festlegen	38
typische Eigenschaften	7

V

Verlegung des Messkabels	19
--------------------------------	----

W

Wichtige Informationen	6
------------------------------	---

Z

Zubehör	76
---------------	----