

Drehmomentsensor

Typ 4503B...

mit Zwei-Bereichs-Option

Drehmomentsensoren Typ 4503B... mit eingebautem Drehzahlsensor arbeiten nach dem DMS-Prinzip. Eine integrierte, digitale Messwertvorverarbeitung erzeugt analoge oder digitale Ausgangssignale.

- Nenndrehmoment: 0,2 ... 5 000 N·m
- Spreizung für zweiten Messbereich 1:10 oder 1:5 vom Nenndrehmoment
- Drehzahlbereiche bis 50 000 1/min
- Genauigkeitsklasse im Standard Messbereich: 0,05/0,1
Im zweiten Messbereich: 0,1/0,2/0,4
- Integrierter Drehzahlsensor, optional hochauflösender Drehzahl-/Winkelsensor bis 8 192 Impulse/Umdrehung
- Serieller Datenausgang RS-232C und USB-Schnittstelle

Zusätzliche Vorteile des zweiten Messbereichs:

- Frei wählbarer Drehmomentausgang Frequenz oder Spannung
- Ein Sensor für zwei separat kalibrierte Messbereiche

Beschreibung

Der Zweibereichssensor bietet hier den Vorteil der frei skalierbaren Messbereichsumschaltung, wodurch sowohl das Spitzendrehmoment als auch das Betriebsdrehmoment mit hoher Genauigkeit gemessen werden können.

Daneben bietet der Sensor optional einen integrierten, hochauflösenden Drehzahl-/Winkelsensor mit bis zu 8 192 Impulsen/Umdrehung, frei skalierbar. Eine Richtungserkennung sowie ein absoluter Nullwert (Z-Impuls) sind dann ebenfalls integriert.

Sowohl die Einspeisung der Versorgungsspannung als auch die Übertragung der Messsignale zwischen der rotierenden Welle und dem Gehäuse erfolgen berührungslos. Dies ist, neben geeigneter Lagerung der Welle, geringer Fertigungstoleranzen und hoher Wuchtgüte, eine weitere Voraussetzung für die hohe Drehzahlfestigkeit von bis zu 50 000 1/min bei der Ausführung H.



Anwendung

Die Drehmomentsensoren Typ 4503B... kommen zum Einsatz:

- Im Automobil- und Fahrzeugbau
- In der Luftfahrtindustrie
- Im Maschinen- und Anlagenbau
- Im Elektromotorenbau

Sie haben sich bewährt und sind universell einsetzbar, ob im Entwicklungslabor, in der Produktion oder der Qualitätssicherung.

Mit einem Drehmomentsensor vom Typ 4503B... lösen Sie Ihre Messaufgabe, ob Elektromotorenprüfung, Reibwertmessung an Getrieben oder Spindeltrieben, Generatorenprüfung, Leistungsmessung von Antrieben, Handarbeitsplatz oder vernetzte, automatisierte Fertigungszelle.

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.	
Drehzahlmessung		1x60
Mindestdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	>2
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
Gruppenlaufzeit Moment bei 10 kHz	µs	<220
Rauschen bei TP-Filter mit Grenzfrequenz (–3 dB) im Messbereich 1:1	Hz % FSO	1 000 <±0,05
Ausgangssignal bei M_{nom} (Nennkennwert)	VDC kHz	±0 ... 5/10 100 ±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	<10
Elektrischer Anschluss		12-pol./7-pol. Einbaustecker

Drehzahl-/ Drehwinkel Messsystem (optional)

Baugröße		1 ... 5
Messsystem		Magnetoresistiv
Ausgangssignal	V	5 TTL
Impulse pro Umdrehung (N)		2x 1 ... 8 192
Impulstoleranz (Jitter jeder Flanke)	°	±0,03
Mindestdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	>0
Maximal zulässige Ausgangsfrequenz f_{out}	kHz	500 ¹⁾
Gruppenlaufzeit	µs	<100
Lastwiderstand	kΩ	≥2
Jitter der Periodendauer (J_p)	%	$J_p = (0,03°/180°) \times N \times 100$

¹⁾ Maximale Anzahl an Ausgangsimpulsen N^{max} = maximal zulässige Ausgangsfrequenz f_{out} (Hz) x 60 / Drehzahl n (min⁻¹).
Bedeutet bei 8 192 Impulse eine max. Drehzahl von 3 660 min⁻¹

Referenzimpuls-Messsystem (0-Index)

Messsystem		Magnetoresistiv
Ausgangssignal	V	5 TTL
Impulse pro Umdrehung		1
Impulstoleranz	°	≤0,03
Mindestdrehzahl für ausreichende Impulsstabilität	min ⁻¹	>0
Gruppenlaufzeit	µs	<100
Lastwiderstand	kΩ	≥2

Störfestigkeit (EN 61326-1, Tabelle 2)

Elektromagnetisches Feld (AM)	V/m	10
Magnetisches Feld	A/m	100
Elektrostatische Kontaktentladung (ESD)	kV	8
Elektrostatische Luftentladung (ESD)	kV	4
Schnelle Transienten (Burst)	kV	1
Stoßspannungen (Surge)	kV	1
Leitungsgebundene Störungen (AM)	V	10

Mechanischer Schock (EN 60068-2-27)

Anzahl der Zyklen	–	1 000
Zyklusdauer	ms	3
Beschleunigung Schock	g	650

Schwingbeanspruchung in 3-Achsen (EN 60068-2-6)

Frequenzbereich	Hz	10 ... 2 000
Beanspruchungsdauer	h	2,5
Beschleunigung (Amplitude)	g	200

Messtechnische Eigenschaften

Baugröße/Nenn Drehmoment M_{nom}	N·m	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	–	–	–
	kN·m	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	5
Drehmoment-Messsystem															
Nenn Drehzahl	n_{nom}														
Ausführung "L" + "W" (Low Speed)	min^{-1}	20 000						12 000			8 000		5 000		
Ausführung "H" (High Speed)	min^{-1}	50 000						30 000			20 000		10 000		
Messtechnische Eigenschaften im Messbereich 1:1 (Einbereich)															
Genauigkeitsklasse		0,1			0,05										
Linearitätsabweichung einschliesslich Hysterese	% FSO	<±0,1			<±0,05										
Relative Standardabweichung der Wiederholbarkeit	% FSO	<±0,1			<±0,05										
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	%/10 K	<±0,1			<±0,05										
Temperatureinfluss auf den Kennwert	%/10 K	<±0,1			<±0,05										

Baugröße/Nenn Drehmoment M_{nom}	N·m	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	–	–	–
	kN·m	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	5
Messtechnische Eigenschaften im Messbereich 1:5 / 1:10															
Genauigkeitsklasse		0,4	0,2	0,1											
Linearitätsabweichung einschliesslich Hysterese	% FSO	<±0,4	<±0,2	<±0,1											
Relative Standardabweichung der Wiederholbarkeit	% FSO	<±0,4	<±0,2	<±0,1											
Temperatureinfluss auf den Nullpunkt	%/10 K	<±0,4	<±0,2	<±0,1											
Temperatureinfluss auf den Kennwert	%/10 K	<±0,4	<±0,2	<±0,1											

Allgemeine Technische Daten															
Baugröße/Nenn Drehmoment M_{nom}	N·m	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	–	–	–
	kN·m	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	5
Belastungsgrenzen ¹⁾															
Ausführung "L" + "W" (Low Speed)															
Grenzlängskraft auf der Antriebsseite ³⁾	N	80						150		250		450			
Grenzquerkraft auf der Antriebsseite ³⁾	N	120						280		700		1 500			
Grenzlängskraft auf der Messseite ³⁾	N	50			80			120		200		350			
Grenzquerkraft auf der Messseite ³⁾	N	1,6	3,3	5	10	28	30	35	200		450		700		
Ausführung "H" (High Speed)															
Grenzlängskraft auf der Antriebsseite ³⁾	N	30						75		170		250			
Grenzquerkraft auf der Antriebsseite ³⁾	N	100						200		400		800			
Grenzlängskraft auf der Messseite ³⁾	N	30						40		100		160			
Grenzquerkraft auf der Messseite ³⁾	N	1,6	3,3	5	10	28	30	35	100		250		450		

Weitere Technische Daten															
Baugröße/Nenn Drehmoment M_{nom}	N·m	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	–	–	–
	kN·m	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	5
Mechanische Grunddaten															
Torsionssteifigkeit c_T	kN·m/rad	0,08		0,15	0,38	0,78	1,72	2,70	11,7	15,2	74,0	97,8	134	506	685
Verdrehwinkel bei M_{nom}	°	0,14	0,35	0,38	0,30	0,37	0,33	0,43	0,25	0,38	0,15	0,29	0,43	0,23	0,42
Massenträgheitsmoment des Rotors messseitig um Drehachse	kgcm ²	0,051			0,052		0,062		0,47	0,48	6,90	6,96	7,14	59,1	61,0
Massenträgheitsmoment des Rotors antriebsseitig um Drehachse	kgcm ²	0,285			0,285		0,276		0,71	0,72	5,99	6,41	6,59	58,7	60,6
Massenträgheitsmoment des Rotors um Drehachse	kgcm ²	0,336			0,337		0,338		1,18	1,19	12,9	13,4	13,7	118	122
Eigenfrequenz des Rotors (Torsionsschwingung)	kHz	1,16		1,51	1,95	1,99	2,55	2,55	2,46	2,99	1,88	2,33	2,70	1,67	1,96
Wuchtgüte nach DIN ISO 1940															
Ausführung "L" + "W" (Low Speed)	–									G 6,3					
Ausführung "H" (High Speed)	–									G 2,5					
Nominelle Lebensdauer L_{10h} d. Wälzlager n. ISO 281 ⁵⁾															
Ausführung "L" + "W" (Low Speed)	h	18632						24400		23900		21500			
Ausführung "H" (High Speed)	h	12009						16275		11470		14638			

¹⁾ Abhängig vom Nennmoment

²⁾ Maximal übertragbares Moment (T_{kmax}) der Kupplung beachten!

³⁾ Die angegebenen zulässigen Belastungen können sich wie ca. 1 % des Nenn Drehmomentes auswirken. Jede unregelmässige Beanspruchung (Längs- oder Querkraft) ist bis zu der angegebenen Belastungsgrenze nur dann zulässig, solange keine der jeweils anderen auftritt. Ansonsten sind die genannten Grenzlaster zu verringern. Falls z.B. 50 % Grenzquerkraft vorliegt, sind nur noch 50 % der Grenzlängskraft erlaubt, wobei das Nennmoment nicht überschritten werden darf!

⁴⁾ Das Nennmoment darf nicht überschritten werden!

⁵⁾ Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden, die von 90 % einer genügend großen Menge gleicher Lager erreicht oder überschritten wird, bevor erste Anzeichen einer Werkstoffermüdung auftreten. Die angegebenen Werte sind nur gültig bei Einhaltung der Belastungs-, Drehzahl-, Schwingungs-, Schock- und Temperaturgrenzen.

Abmessungen Typ 4503B..., Messbereiche 0,2 / 0,5 / 1 / 2 und 5 / 10 und 20 N·m

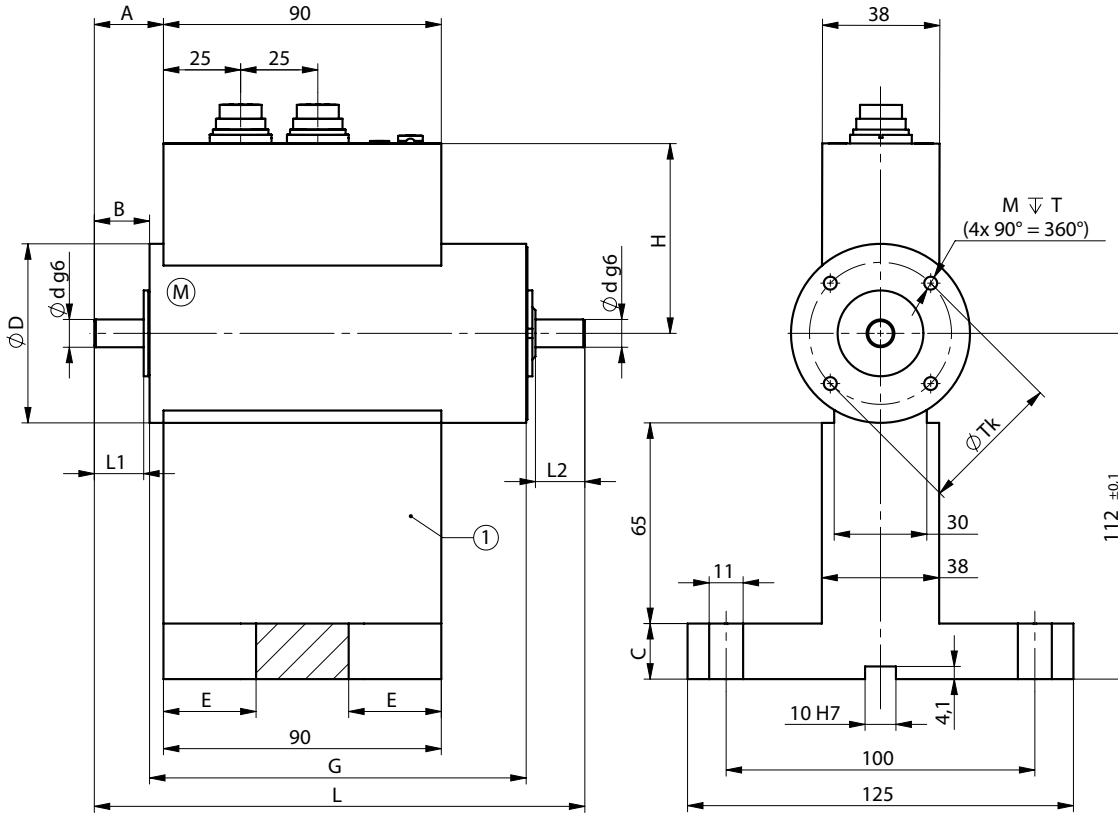


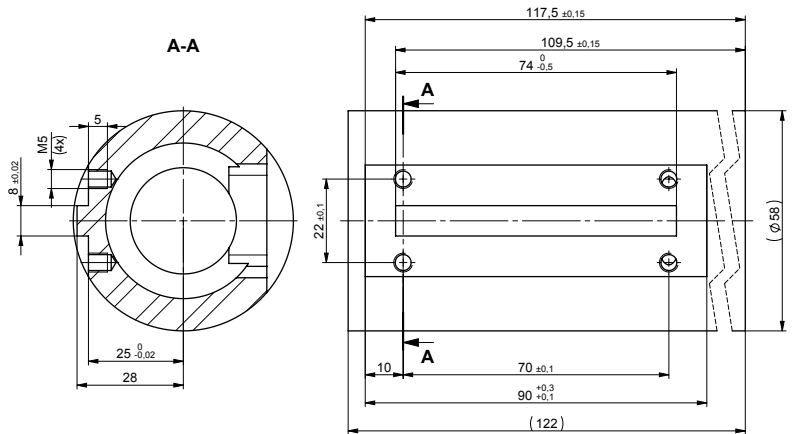
Bild 1: Typ 4503B... Baugröße 1 und 2
Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

① = Option Gehäuseunterbau "GU"
Ⓜ = Messeite

Abmessungen Baugröße 1 und 2 in mm

Baugröße	1			2	
	0,2	0,5	1	2 / 5	10 / 20
Nenn Drehmoment N·m					
L		159		163	167
L1		16		18	20
L2		16		18	20
$\varnothing D$		58		58	58
$\varnothing d_{g6}$		9		10	12
A		22,5		24,5	26,5
B		18		20	22
C		18		18	
E		30		30	
G		122		122	
H		61,5		61,5	
$\varnothing T_k$		46		46	
M		M5 (4x90°)		M5 (4x90°)	
T		6 tief		6 tief	

Abmessungen Gehäuseunterbau (GU)



Anschlussmaße für Gehäuseunterbau	Baugröße 1 und 2
N·m	Anzugsmoment
0,2 / 0,5 / 1	6 N·m (Festigkeitsklasse der Schraube: 8.8)
2 / 5	
10 / 20	

Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

4503B_000-767d-08.20

Abmessungen Typ 4503B..., Messbereiche 50 / 100 N·m

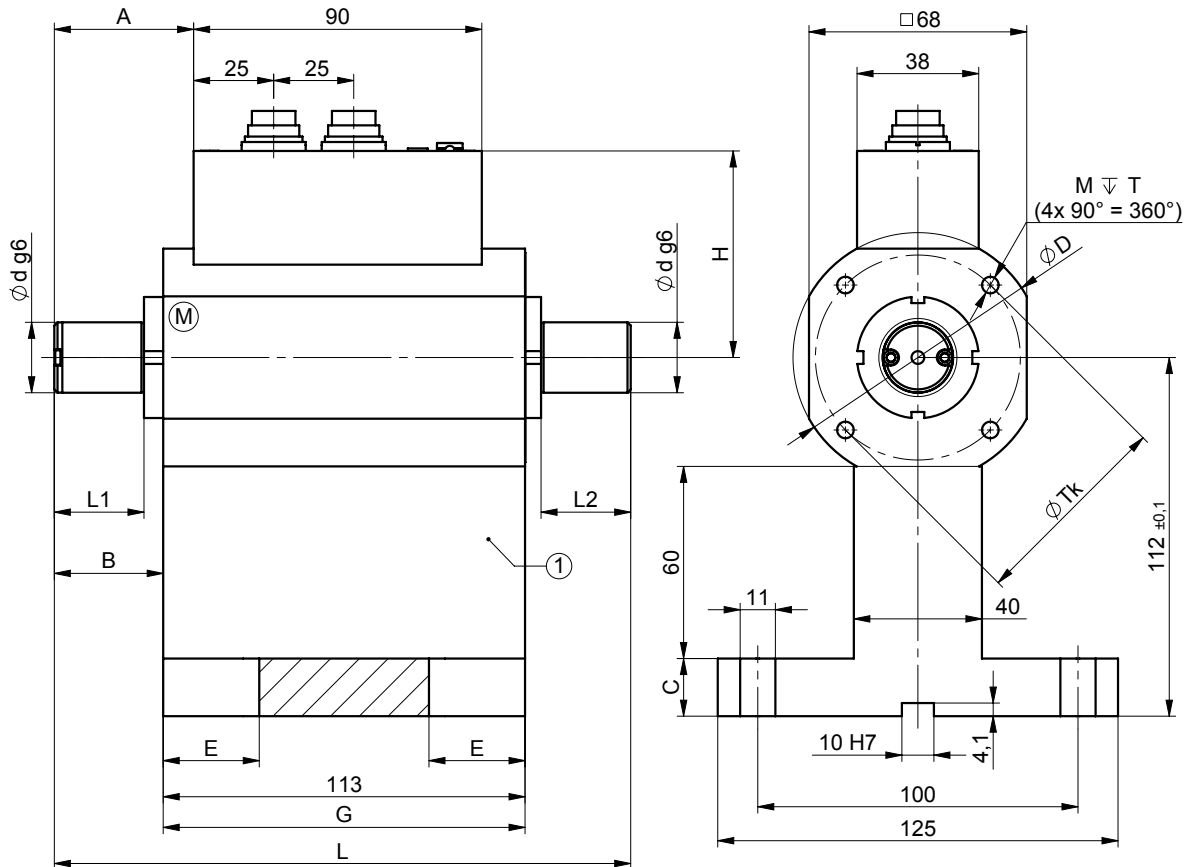


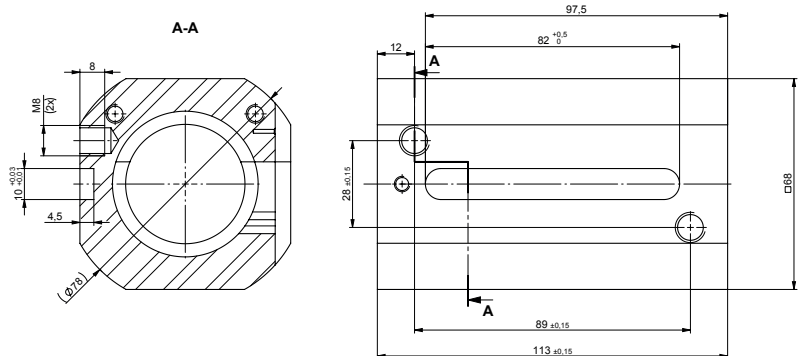
Bild 2: Typ 4503B... Baugröße 3
Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

① = Option Gehäuseunterbau "GU"
Ⓜ = Messeite

Abmessungen Baugröße 3 in mm

Baugröße	3
Nenn Drehmoment N·m	50 / 100
L	180
L1	28
L2	28
øD	78
ød g6	22
A	43,5
B	34
C	18
E	30
G	113
H	64,5
øTk	64
M	M6 (4x90°)
T	12 tief

Abmessungen Gehäuseunterbau (GU)



Anschlussmaße für Gehäuseunterbau		Baugröße 3	
N·m		Anzugsmoment	
50		25 N·m	
100		(Festigkeitsklasse der Schraube: 8.8)	

Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

4503B_000-767d-08.20

Abmessungen Typ 4503B..., Messbereiche 200 / 500 / 1 000 N·m

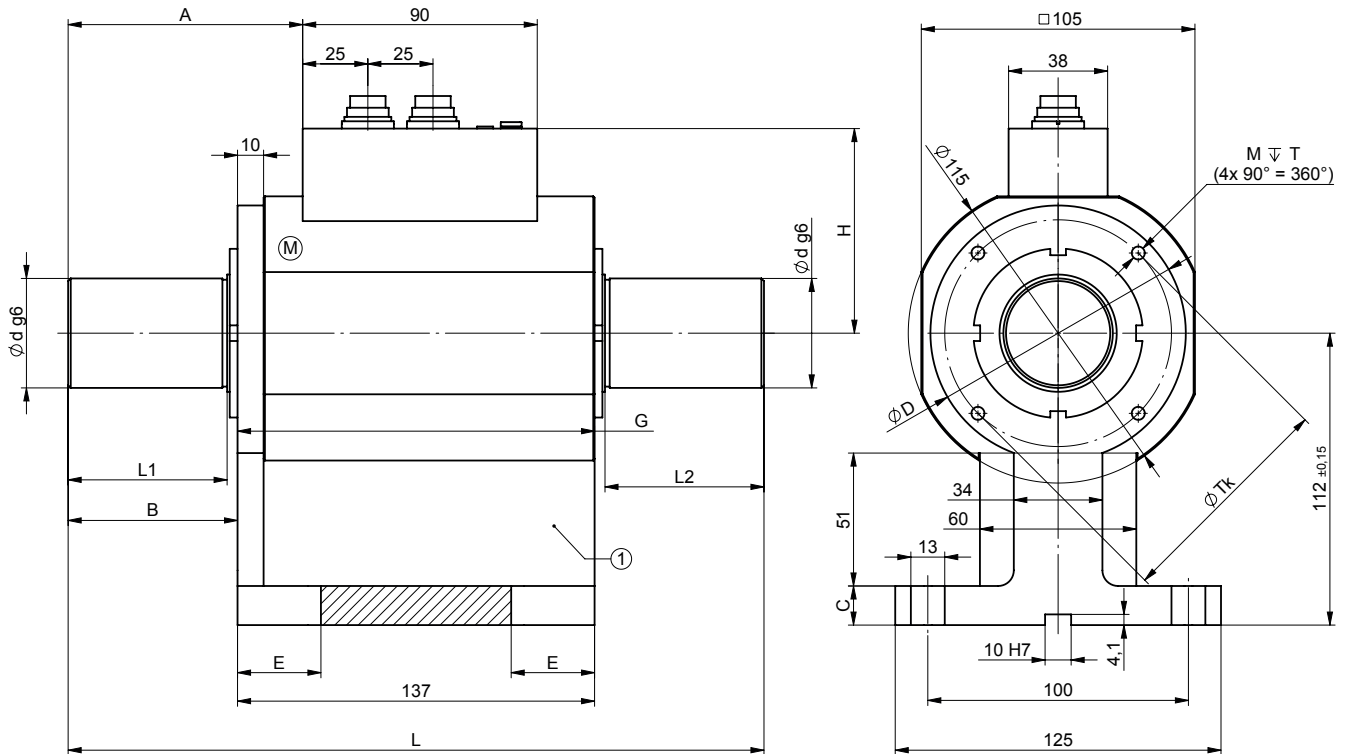


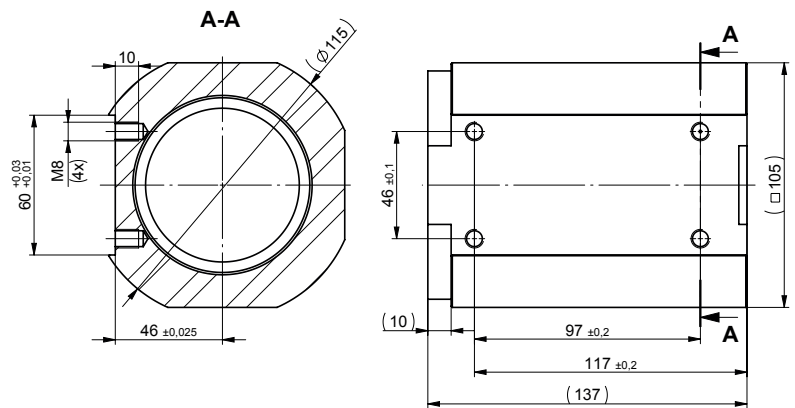
Bild 3: Typ 4503B... Baugröße 4
Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

① = Option Gehäuseunterbau "GU"
Ⓜ = Messeite

Abmessungen Baugröße 4 in mm

Baugröße	4
Nenn Drehmoment N·m	200 / 500 / 1 000
L	267
L1	61
L2	61
øD	98
ød g6	42
A	90
B	65
C	15
E	32
G	137
H	78,5
øTk	87
M	M6 (4x90 °)
T	12 tief

Abmessungen Gehäuseunterbau (GU)



Anschlussmaße für Gehäuseunterbau	Baugröße 4
N·m	Anzugsmoment
200	25 N·m (Festigkeitsklasse der Schraube: 8.8)
500	
1 000	

Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

4503B_000-767d-08.20

Abmessungen Typ 4503B..., Messbereiche 2 000 / 5 000 N·m

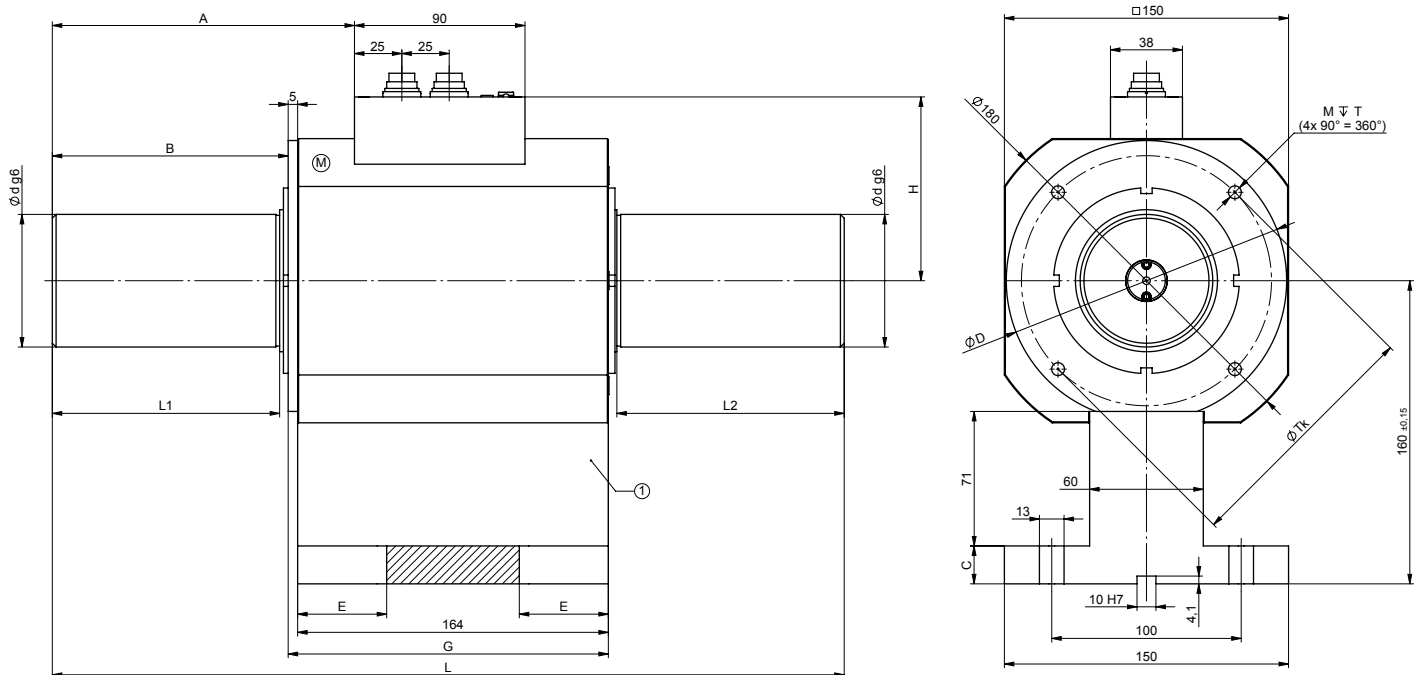


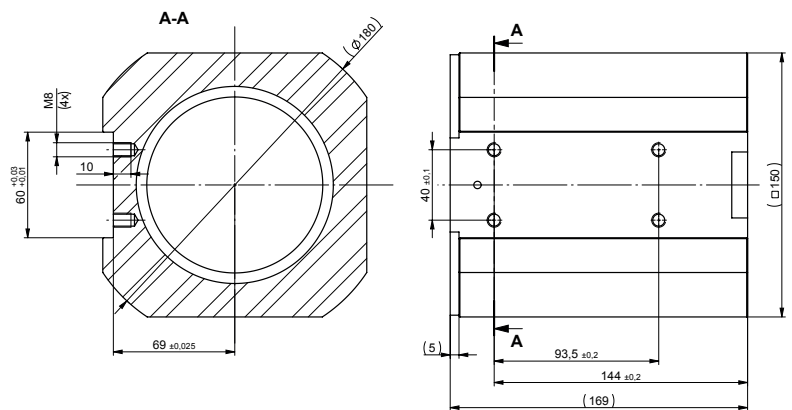
Bild 4: Typ 4503B... Baugröße 5
Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

① = Option Gehäuseunterbau "GU"
Ⓜ = Messseite

Abmessungen Baugröße 5 in mm

Baugröße	5
Nenndrehmoment N·m	2 000 / 5 000
L	418
L1	120
L2	120
øD	143
ød g6	70
A	159,5
B	124,5
C	20
E	47
G	169
H	97
øTk	132
M	M8 (4x90°)
T	16 tief

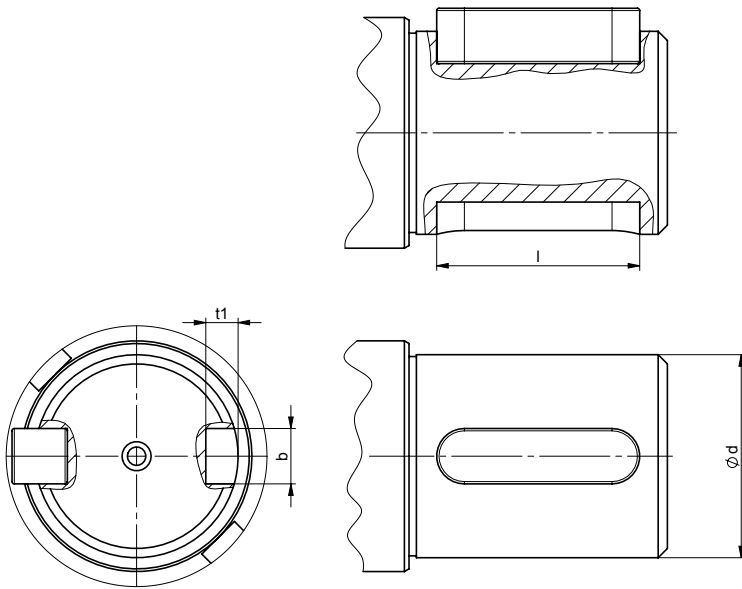
Abmessungen Gehäuseunterbau (GU)



Anschlussmaße für Gehäuseunterbau	Baugröße 5
N·m	Anzugmoment
2 000	25 N·m
5 000	(Festigkeitsklasse der Schraube: 8.8)

Alle Maße ohne Toleranzangaben entsprechen der ISO 2768-mH

4503B_000-767d-08.20

Abmessungen Passfedernut n. DIN 6885-1 (Option P1)

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
$\varnothing d_{g6}$	mm	9			10	12	22	42	70
b^{p9}	mm	3			3	4	6	12	20
t1	mm	1,8 ^{+0,1}			1,8 ^{+0,1}	2,5 ^{+0,1}	3,5 ^{+0,1}	5 ^{+0,2}	7,5 ^{+0,2}
l	mm	12 ^{+0,2}			14 ^{+0,2}	16 ^{+0,2}	22 ^{+0,2}	50 ^{+0,3}	110 ^{+0,3}

Passfeder nach DIN 6885-1

Einbau eines Drehmomentsensors Typ 4503B... zwischen Antrieb und Bremse

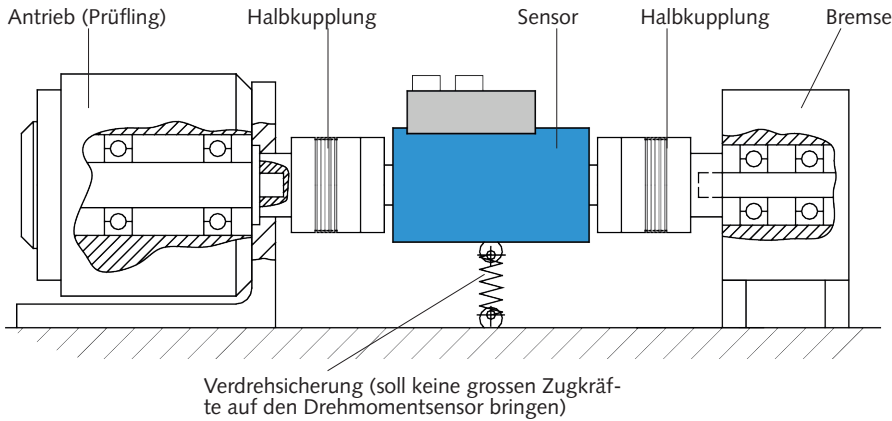


Bild 5: Einbau ohne Haltewinkel oder Gehäuseunterbau (GU)

Einbau eines Drehmomentsensors Typ 4503B... mit Gehäuseunterbau (GU)

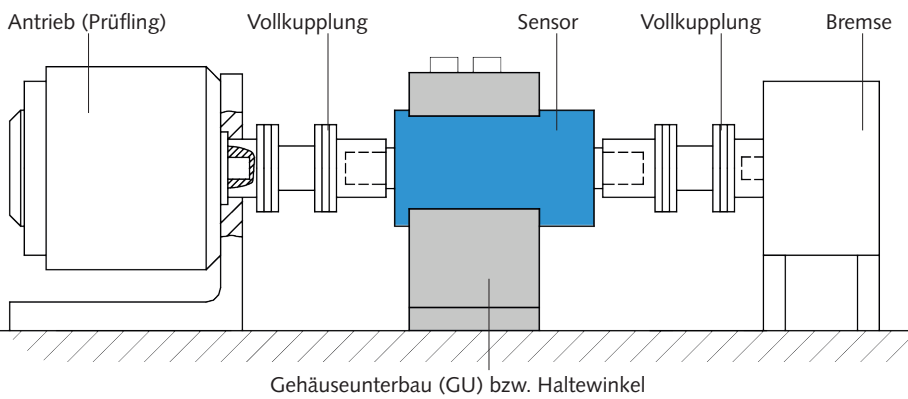
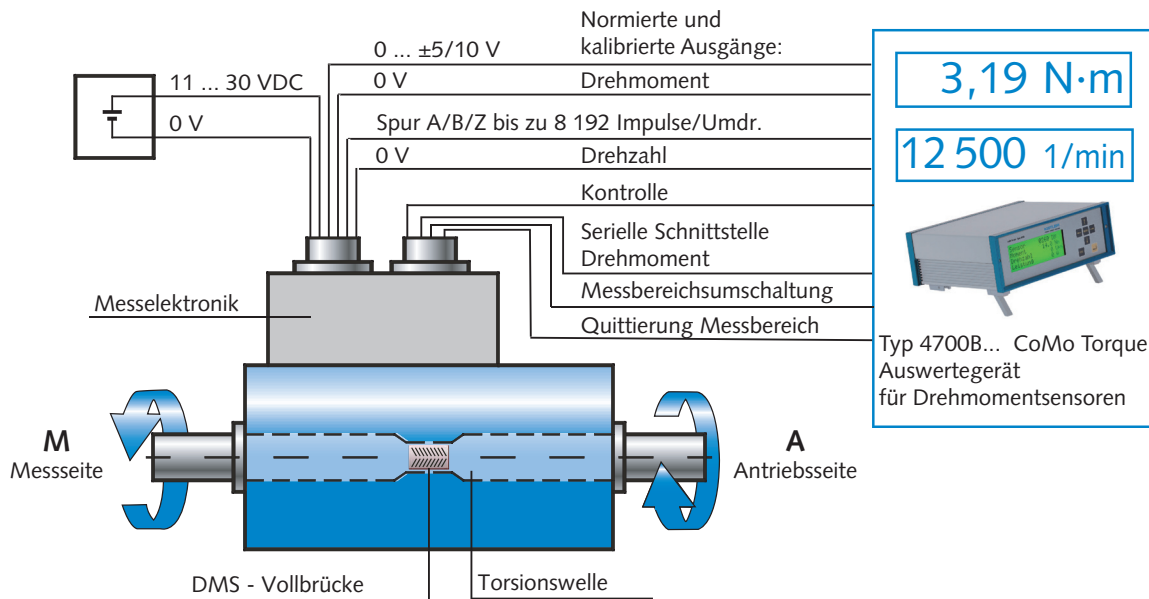


Bild 6: Einbau mit Haltewinkel oder Gehäuseunterbau (GU)

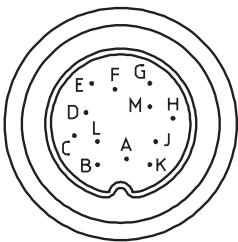
Funktionsprinzip



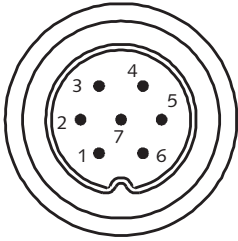
4503B_000-767d-08.20

Elektrische Anschlüsse

Steckerbelegung des 12-pol. Einbaustecker, Standard

	Funktion	PIN	Beschreibung
	Versorgungsspannung	F A	+U _B Bezug für +U _B 11 ... 30 VDC, Leistungsaufnahme <10 W
	Schirm	M	Im Sensor auf Gehäuse
Drehmomentausgang	C	U _A	Spannungsausgang ±5/10 VDC bei ±M _{nom} an >10 kΩ 5/10 VDC bei Kontrollsignalauslösung
	D	AGND	Bezug für U _A Frequenzausgang F ^A Frequenzausgang >2 kΩ 100 kHz ± 40 kHz Bezug für F _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
	B	TXD	Digitale Sendeleitung
RS-232C-Schnittstelle (CoMo Torque)	L	RXD	Digitale Empfangsleitung
Digitale Masse	E	DGND	Bezug für Drehzahl- bzw. Drehwinkelimpulse, Kontrolleingang, digitale Schnittstelle RS-232C

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)	

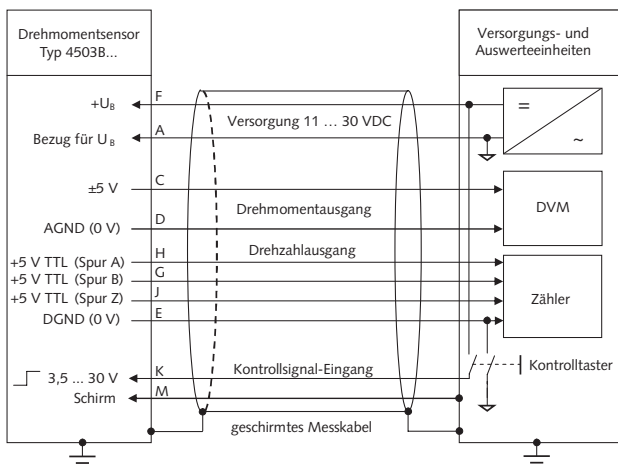


Bild 5: Anschlussschema des 12-pol. Einbausteckers (standard)

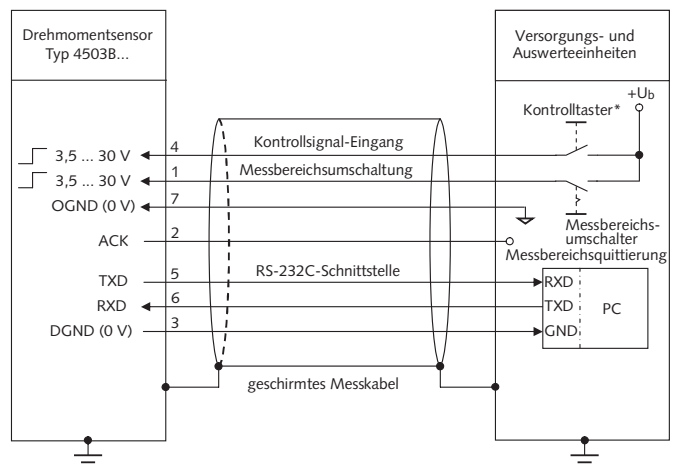


Bild 6: Anschlussschema des 7-pol. Einbaustecker



U_B GND (A) und AGND (D) dürfen nicht verbunden werden (Elektronik kann Schaden nehmen).

Es wird für den Ausgang U_A/AGND eine Verwendung eines Differenzverstärker-Einganges empfohlen.

4503B_000-767d-08.20

Mitgeliefertes Zubehör

- USB-Kabel 55115378

Zubehör (optional)

- | 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.

Begriffsdefinition Kalibrierung:

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

Unser Kalibrierservice D-K-15127-02-00 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 ±40 kHz: **00**, Kalibrierung WKS1 Einbereich: **KA0**

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 x 8 192 + Z	H
Low speed bis 2 x 8 192 + 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 1:10	KA1
WKS 1 – Zweibereich 1:1 und 1:5	KA2
WKS 2 – Einbereich	WA0
WKS 2 – Zweibereich 1:1 und 1:10	WA1
WKS 2 – Zweibereich 1:1 und 1:5	WA2
DAkKS 5 – Einbereich, 5 Messpunkte	DK5
DAkKS 8 – Einbereich, 8 Messpunkte	DK8
DAkKS 5 – Zweibereich, 5 Messpunkte 1:1 und 1:10	D51
DAkKS 5 – Zweibereich, 5 Messpunkte 1:1 und 1:5	D52
DAkKS 8 – Zweibereich, 8 Messpunkte 1:1 und 1:10	D81
DAkKS 8 – Zweibereich, 8 Messpunkte 1:1 und 1:5	D82