

# Betriebs- anleitung

**Schleifring-  
Drehmomentsensor**  
Typ 4501A...

Bauform Q/QA  
(mit Normvierkant)

Bauform R  
(Wellenausrichtung)

Bauform H/HA  
(mit Normsechskant)



## Betriebs- anleitung

**Schleifring-  
Drehmomentsensor**  
Typ 4501A...

Bauform Q/QA  
(mit Normvierkant)

Bauform R  
(Wellenausrichtung)

Bauform H/HA  
(mit Normsechskant)



## Vorwort

Diese Betriebsanleitung bezieht sich auf den Schleifring-Drehmomentsensor Typ 4501A... .

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

Die Angaben in dieser Betriebsanleitung 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

©2000 ... 2014 Kistler Gruppe. Alle Rechte bleiben vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Wichtige Informationen</b> .....	<b>4</b>
2.1	Entsorgungshinweis zu Elektronikgeräten .....	4
2.2	Verwendete Symbole.....	4
<b>3.</b>	<b>Anwendung und typische Eigenschaften</b> .....	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>Messsystembeschreibung</b> .....	<b>6</b>
4.1	Mechanischer Aufbau .....	6
4.2	Elektrischer Aufbau .....	7
4.3	Drehwinkelmeßsystem (nur Bauformen QA und HA) .....	8
4.4	Einstellung für Winkel-Impuls-Ausgang (nur für Bauformen QA) .....	9
<b>5.</b>	<b>Elektrischer Anschluss des Drehmomentsensors</b> .....	<b>10</b>
5.1	Schnittstellenbeschreibung für Schleifringensoren.....	11
5.1.1	Bauformen Q/R/H .....	11
5.1.2	Anschlusskabel Q/R/H .....	11
5.1.2.1	Kabelplan mit beidseitigen Steckverbinder Mat.-Nr.: 18008930, Typ KSM071860-5, Bauformen Q/R/H .....	11
5.1.2.2	Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18008939, Typ KSM103820-5, Bauformen Q/R/H .....	12
5.1.3	Bauformen QA und HA .....	12
5.1.4	Anschlusskabel QA und HA.....	13
5.1.4.1	Kabelplan mit beidseitigen Steckverbinder Mat.-Nr.: 18008955, Typ KSM170690-5 Bauform QA und HA.....	13
5.1.4.2	Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18008958, Typ KSM183150-5, Bauform QA und HA .....	14
5.1.5	Steckerserie MIL, CA-Bayonet .....	14
5.1.6	Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18025415, Typ KSM007331, MIL/CA-Bayonet.....	15
5.2	Verlegung des Messkabels.....	16
<b>6.</b>	<b>Mechanischer Aufbau des Drehmomentsensors</b> .....	<b>17</b>
6.1	Bauformen Q, QA, H, HA.....	17
6.2	Bauform R .....	18
<b>7.</b>	<b>Statische Kalibrierung</b> .....	<b>19</b>
7.1	Aufbau einer einfachen Kalibriereinrichtung.....	19
7.2	Berechnungsbeispiel für Hebelarmlänge.....	20
<b>8.</b>	<b>Wartung</b> .....	<b>21</b>
<b>9.</b>	<b>Instandsetzen der Messwelle</b> .....	<b>22</b>
<b>10.</b>	<b>Bestellschlüssel</b> .....	<b>23</b>
<b>11.</b>	<b>Konformitätserklärung</b> .....	<b>24</b>
<b>12.</b>	<b>Index</b> .....	<b>25</b>

Total Seiten 25

## 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:

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.), Anzeigegeräte und Ladungskalibratoren
- Elektronische Steuer-, Überwachungs- und Auswertegeräte sowie anwendungsspezifische Software für die Messtechnik
- Datenübertragungsmodule (Telemetrie)
- Elektromechanische NC-Fügemodule und Kraft-Weg-Überwachung
- Prüfstandsysteme 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 ausge-diente Gerät zur Entsorgung an die nächstgelegene Elektronik-Entsorgungsstelle zurück oder kontaktieren Sie Ihre Kistler-Verkaufsstelle.

### 2.2 Verwendete Symbole



**HINWEIS**

Dieses Zeichen steht für Hinweise, die eine effektivere und wirtschaftlichere Nutzung des Drehmomentsensors ermöglichen.

---

### 3. Anwendung und typische Eigenschaften

- Drehmomentsensor mit DMS
- Signalübertragung mit Schleifringen
- Messen von konstanten und veränderlichen Drehmomenten
- Drehmomentmessung an der rotierenden Welle
- Integrierte Drehwinkelmessung (nur Bauform QA)
- Einsatz im Labor und in der Qualitätskontrolle
- besonders für die Schraubtechnik geeignet
- vorwiegend für niedrige Drehzahlbereiche
- für kurzzeitige Drehmomentmessungen (intermittierender Betrieb)

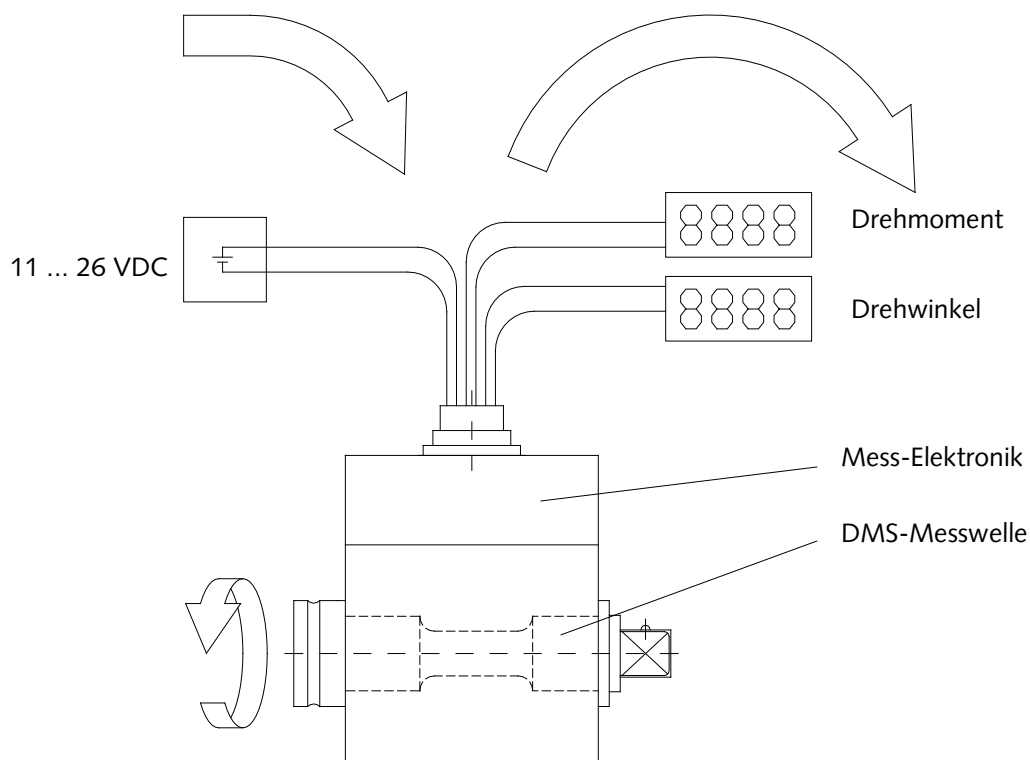


Bild 1: Schleifring-Drehmomentsensor



## 4. Messsystembeschreibung

### 4.1 Mechanischer Aufbau

Sensoren vom Typ 4501A... bestehen aus einer rotierenden Welle, die in einem Gehäuse gelagert ist. Auf der Welle befindet sich eine verjüngte Stelle (Torsionsstrecke), auf der Dehnmessstreifen in Vollbrückenschaltung angebracht sind. Die Schleifringe und Bürsten übernehmen die Verbindung zwischen Rotor und Gehäuse. Dabei werden zwei Schleifringe für die elektrische Speisung der Dehnmessstreifen auf der rotierenden Welle verwendet. Zwei weitere Ringe dienen der Übertragung des Messsignals von der rotierenden Welle auf das stillstehende Gehäuse. Die Vollbrücke ist über Schleifringe und Bürsten direkt mit dem Stecker im Gehäuse des Sensors verbunden.

In Drehmomentsensoren der Bauform QA ist ein optisches Drehwinkelmesssystem integriert. Es besteht aus einer Impulsscheibe auf der rotierenden Welle mit 360 hell-dunkel Strichen. Im Stator sind zwei Lichtschranken eingebaut. Im Sensor befindet sich eine kleine Elektronik zur Aufbereitung der Winkelimpulse.

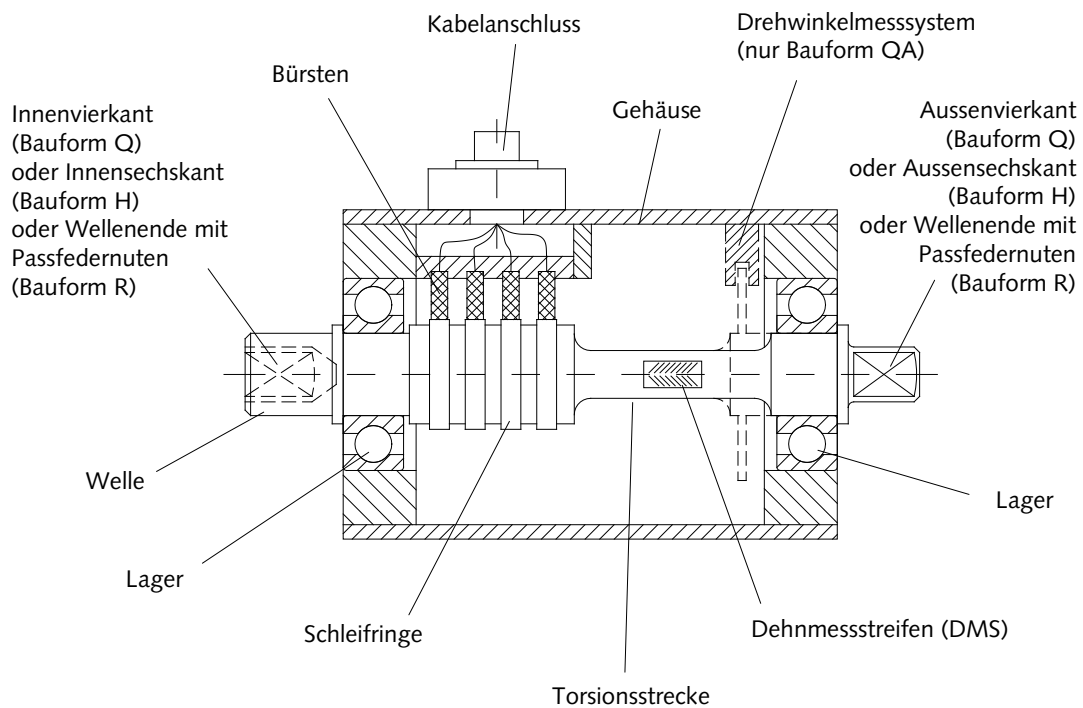


Bild 2: Mechanischer Aufbau eines Schleifring-Drehmomentsensors Typ 4501A...

## 4.2 Elektrischer Aufbau

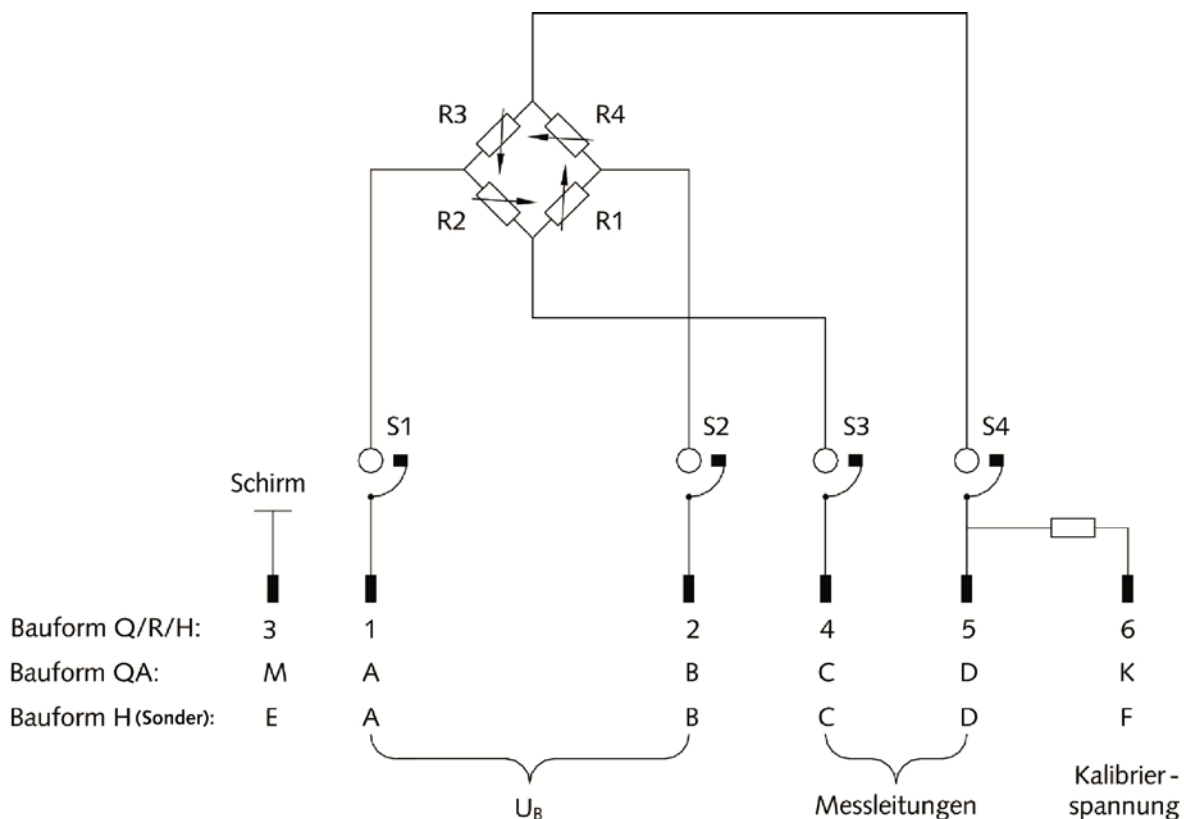


Bild 3: Elektrischer Aufbau

- R1 ... R4 = DMS zur Messung von mechanischen Dehnungen
- S1 ... S4 = Schleifringe mit Bürsten

### 4.3 Drehwinkelmesssystem (nur Bauformen QA und HA)

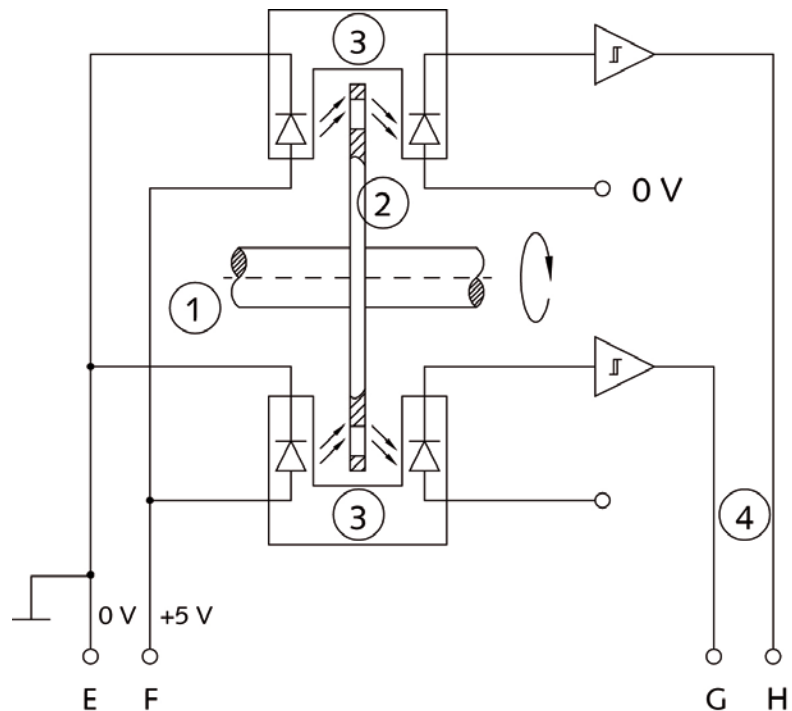


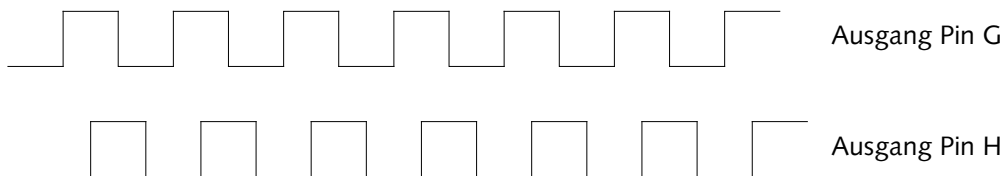
Bild 4: Prinzipskizze für Aufbau des Drehwinkelmesssystems

- 1 Rotierende Welle
- 2 Impulsscheibe
- 3 Gabellichtschranke mit Leuchtdiode und Fotodiode
- 4 Operationsverstärker

#### Merkmale

- 360 hell-dunkel Striche auf der Impulsscheibe
- Zwei um Phasenwinkel 90° verschobene Gabellichtschranken
- Zum Drehwinkel proportionale Impulszahl

### 4.4 Einstellung für Winkel-Impuls-Ausgang (nur für Bauformen QA)



Dabei Antrieb auf Innenvierkantseite Drehrichtung rechts

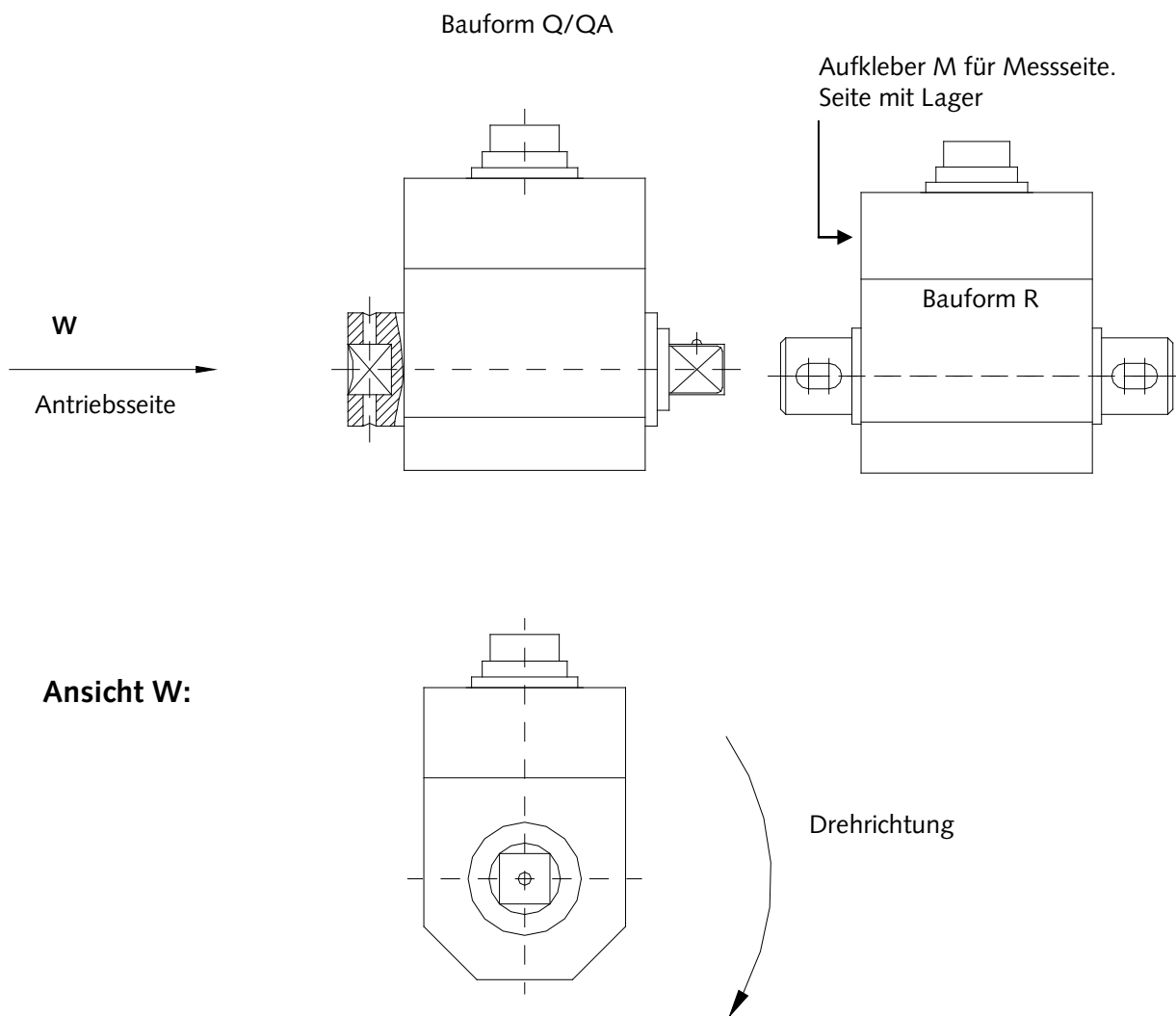


Bild 5: Einstellung Winkelimpulsausgang

## 5. Elektrischer Anschluss des Drehmomentsensors

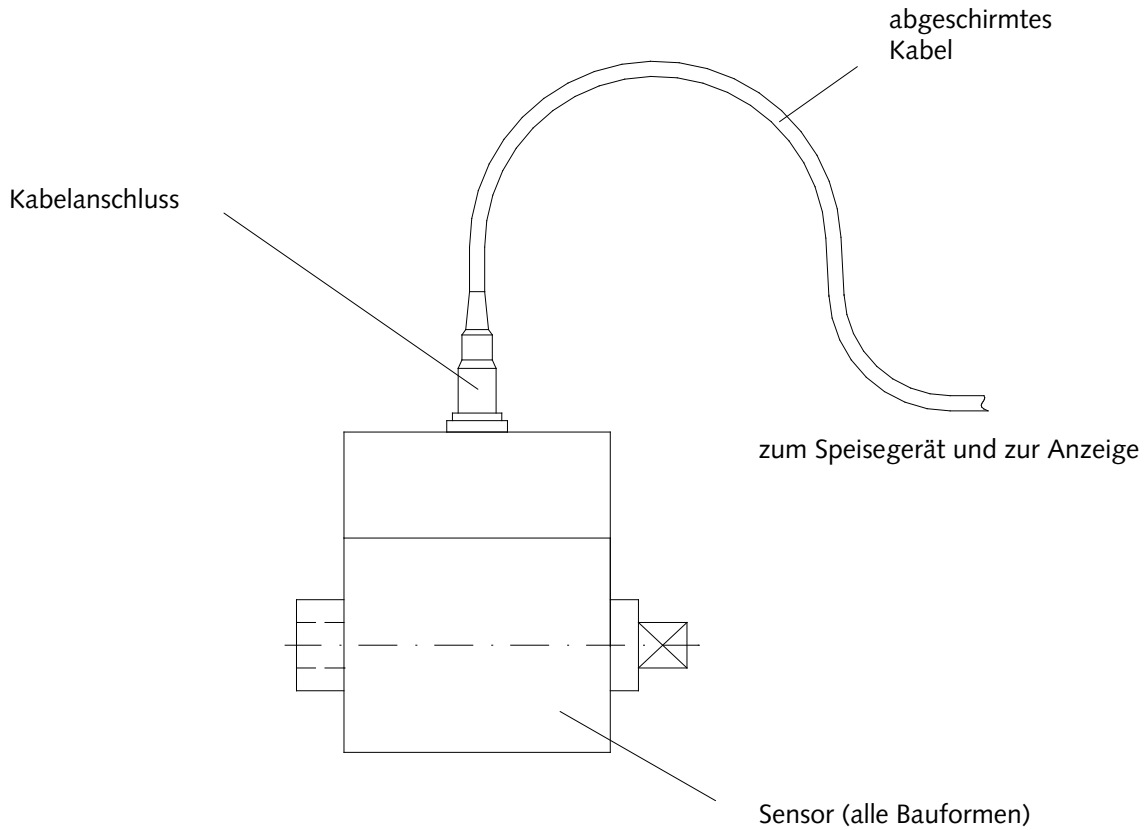


Bild 6: Elektrischer Anschluss

- Abgeschirmtes Kabel mit  $0,25 \text{ mm}^2$  (Bauform QA:  $0,14 \text{ mm}^2$ ) Nennquerschnitt
- Kalibrierung im Werk mit 5 m Kabellänge  
2,5 m Längenänderung des Kabels bewirkt ca. 1 % Fehler

## 5.1 Schnittstellenbeschreibung für Schleifringensensoren

### 5.1.1 Bauformen Q/R/H

Funktion	PIN	Beschreibung	Draufsicht Einbaustecker
- Speisung (Versorgung)	1	z.B. 6 VDC	
+ Speisung (Versorgung)	2	z.B. 6 VDC	
Schirm	3	Im Sensor nicht belegt	
+ Messsignal	4	2 mV/V ca. 350 Ω*	
- Messsignal	5	2 mV/V ca. 350 Ω*	
- Ext. Kontrolle (Versorgung) (Sensortest)	6	100 % Kalibrierung, d.h. 100 % Messsignal	

\* Kundenspezifisch, siehe Kalibrierzertifikat

### 5.1.2 Anschlusskabel Q/R/H

#### 5.1.2.1 Kabelplan mit beidseitigen Steckverbinder Mat.-Nr.: 18008930, Typ KSM071860-5, Bauformen Q/R/H

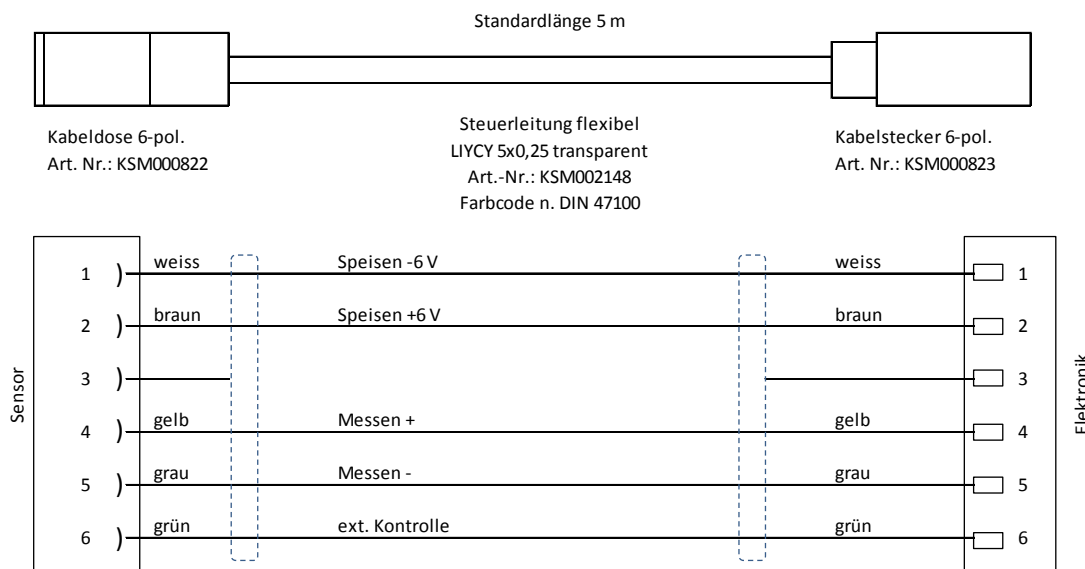


Bild 7: Kabelplan Verbindungskabel

**5.1.2.2 Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18008939, Typ KSM103820-5, Bauformen Q/R/H**

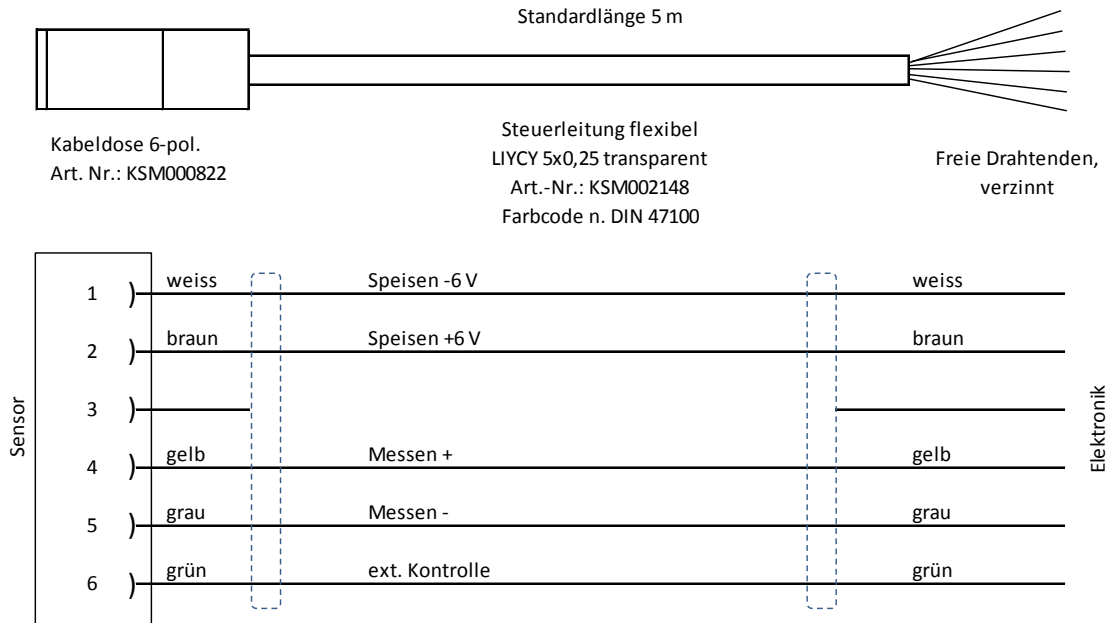


Bild 8: Kabelplan Verbindungskabel, Kabeldose, offene Enden

**5.1.3 Bauformen QA und HA**

Funktion	PIN	Beschreibung	Draufsicht Einbaustecker
- Speisung (Versorgung)	A	DMS-Brücke	
+ Speisung (Versorgung)	B		
+ Messsignal Ausgang	C		
- Messsignal Ausgang	D		
Winkel 0 V	E	Winkelimpuls	
Winkel +5 V ±10 %	F		
Impuls l, voreilend, TTL	G		
Impuls r, nacheilend, TTL	H	0 V	
Versorgung (Sensortest)	K	100 % Kalibrierung, d.h. 100 % Messsignal	
Abschirmung	M	Im Sensor nicht belegt	

### 5.1.4 Anschlusskabel QA und HA

#### 5.1.4.1 Kabelplan mit beidseitigen Steckverbinder Mat.-Nr.: 18008955, Typ KSM170690-5 Bauform QA und HA

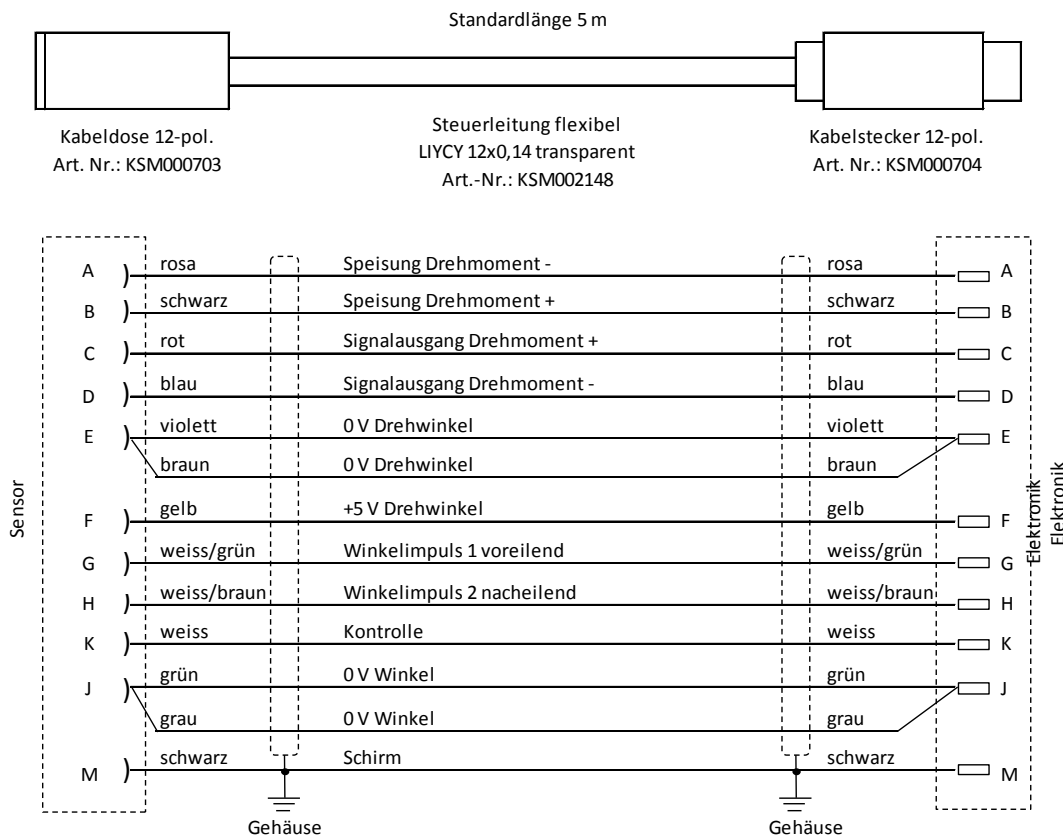


Bild 9: Kabelplan Verbindungskabel



**5.1.4.2 Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18008958, Typ KSM183150-5, Bauform QA und HA**

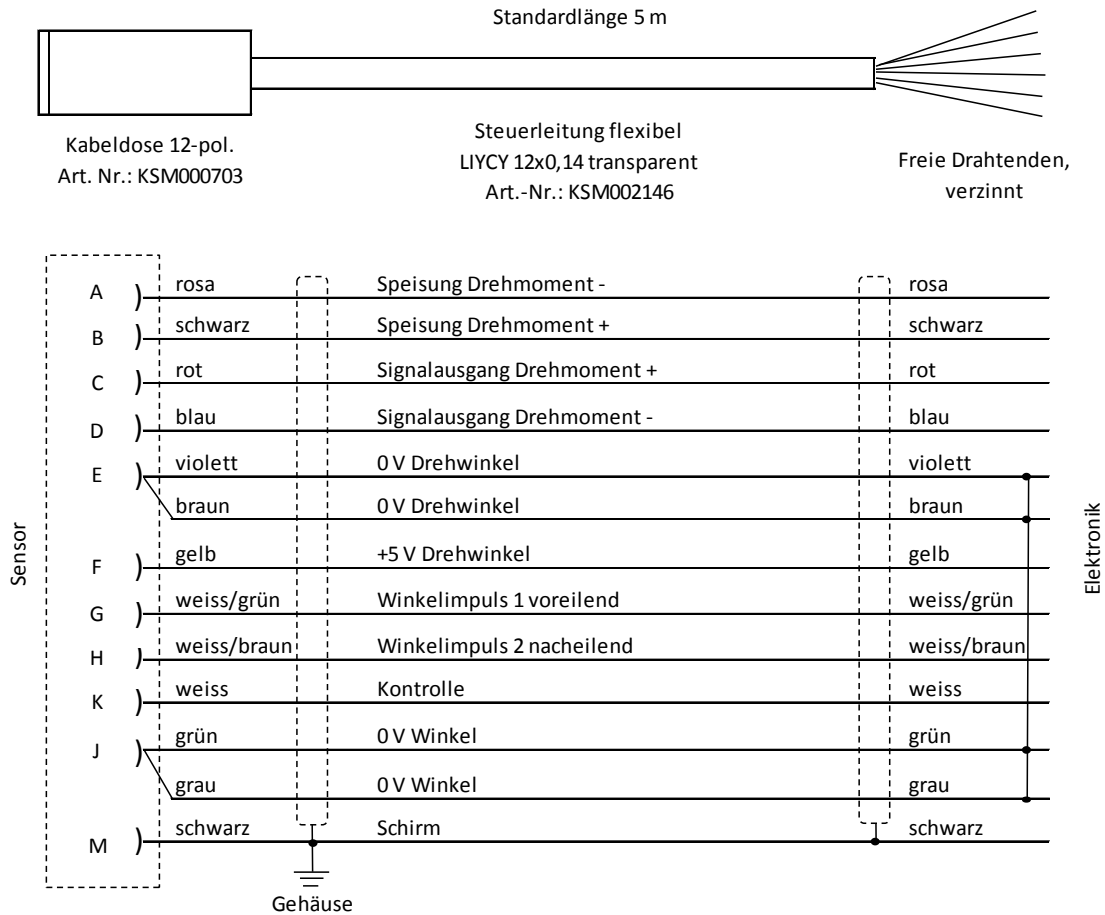


Bild 10: Kabelplan, Kabeldose, offene Enden

**5.1.5 Steckerserie MIL, CA-Bayonet**

Funktion	PIN	Beschreibung	Draufsicht Einbaustecker
+ Speisespannung (Versorgung)	A	z.B. +6 VDC	
- Speisespannung (Versorgung)	B	z.B. -6 VDC	
- Ausgang (Messsignal)	C	z.B. 2 mV/V ca. 350 Ω*	
+ Ausgang (Messsignal)	D	z.B. 2 mV/V ca. 350 Ω*	
Schirm	E	Im Sensor nicht belegt	
- 100 % control (supply) (Calibration voltage)	F	100 % Kalibrierung, d.h. 100 % Messsignal	

\* Kundenspezifisch, siehe Kalibrierzertifikat

**5.1.6 Kabelplan, Kabeldose, offene Enden Mat.-Nr.: 18025415, Typ KSM007331, MIL/CA-Bayonet**

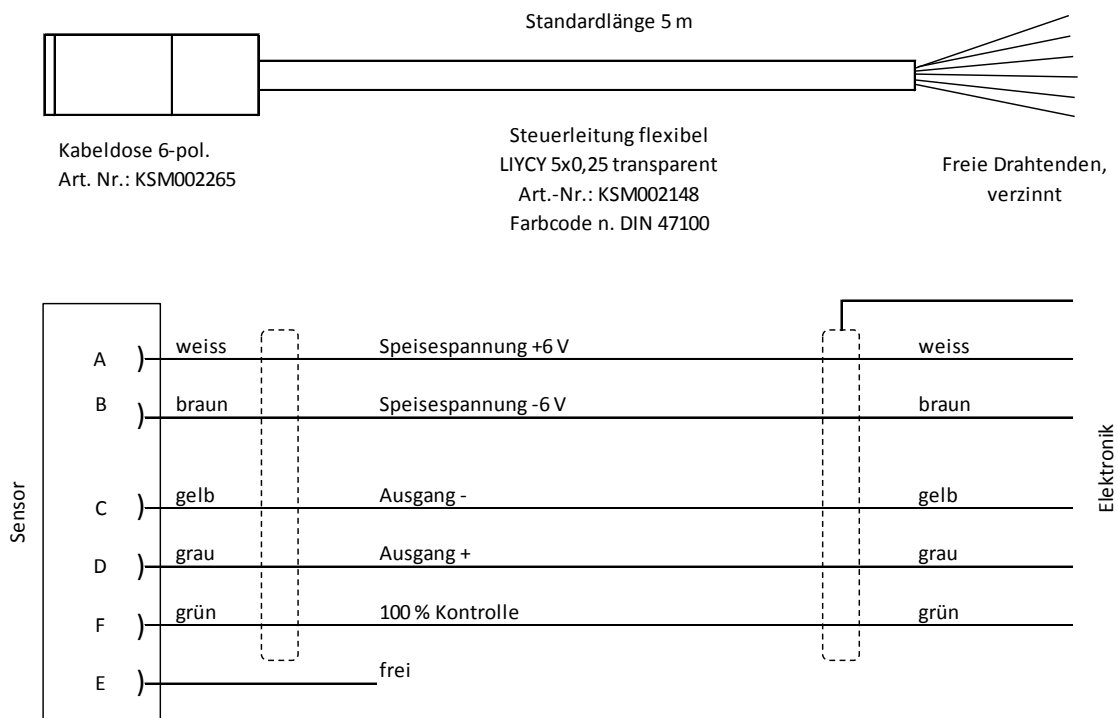


Bild 11: Kabelplan, Kabeldose, offene Enden

## 5.2 Verlegung des Messkabels

- Generell geschirmte Kabel verwenden. Nicht parallel zu Starkstromleitungen oder Steuerleitungen verlegen.
- Nicht in der Nähe von starken elektromagnetischen Feldern, z.B. Transformatoren, Schweißgeräte, Schütze, Motoren usw. 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!

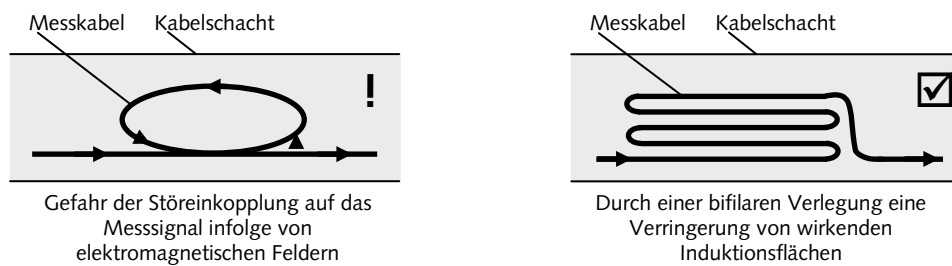


Bild 12: Verlegung des Messkabels

## 6. Mechanischer Aufbau des Drehmomentsensors

### 6.1 Bauformen Q, QA, H, HA

- Die Bauformen Q und QA sind mit Norm-Vierkanten für Steckwerkzeuge nach DIN 3121 versehen
- Die Bauform H ist mit Norm-Sechskant nach DIN 3126 Form E/F versehen
- Die Sensoren werden – wie auf den Abbildungen unten dargestellt – auf die Spindel aufgesteckt

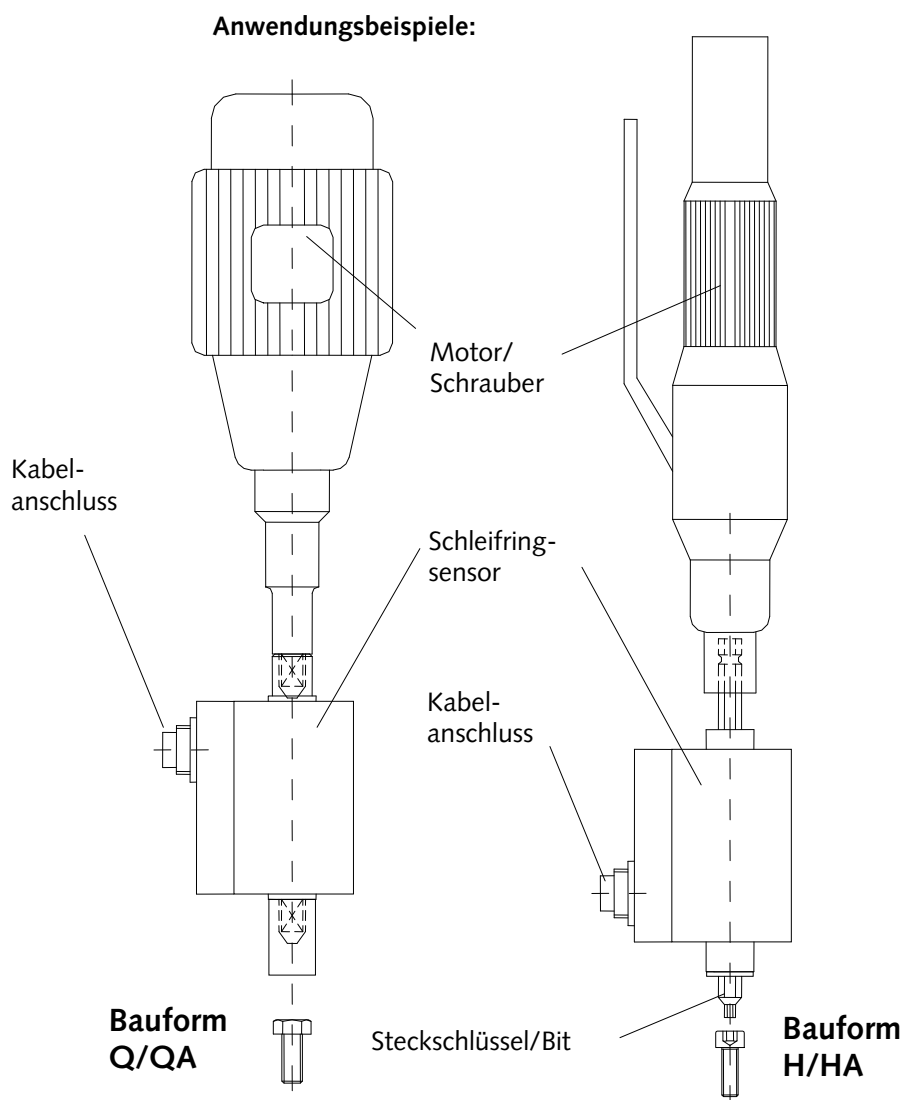


Bild 13: Anwendungsbeispiele Bauformen Q/QA und H/HA

## 6.2 Bauform R



Der Sensor wird mit Kupplungen in die Messanordnung eingebaut.



Für freifliegenden Einbau empfehlen wir die Verwendung von drehsteifen Halbkupplungen.

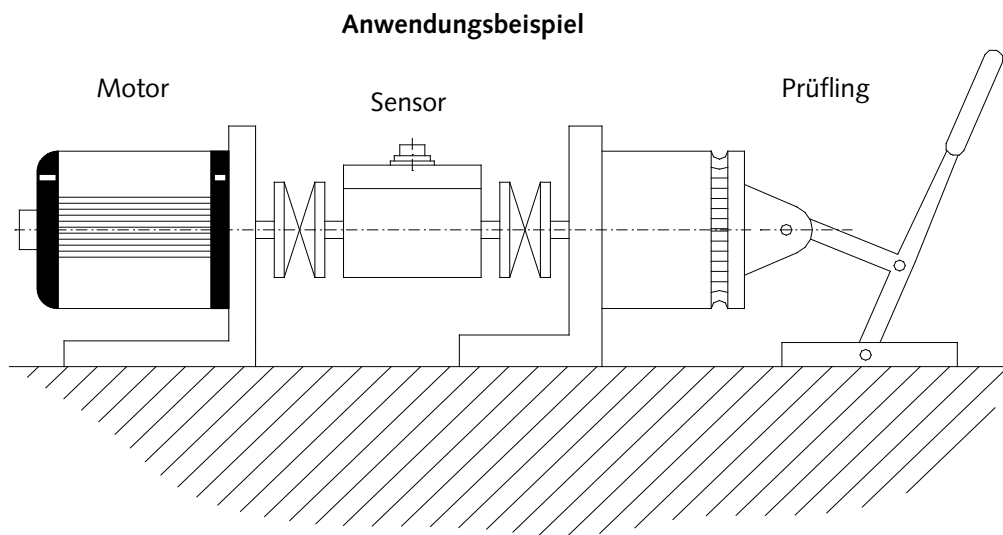


Bild 14: Anwendungsbeispiel Bauform R

## 7. Statische Kalibrierung



Hierzu ist eine Kalibriereinrichtung mit Hebelarm und Gewichten zur Drehmomenterzeugung notwendig.

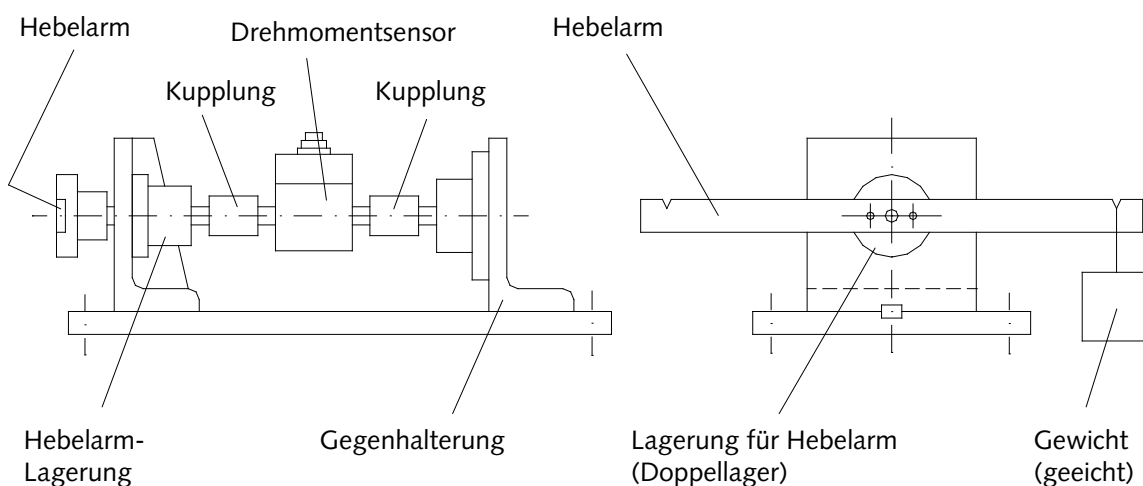
### Schritte beim Kalibrieren

- Sensor mit Nennmoment belasten und wieder entlasten
- Nullpunkt genau abgleichen
- Sensor mit bekanntem Drehmoment belasten
- Anzeige auf entsprechendes Drehmoment einstellen

### Aufnahme einer Kalibrierkurve

- Sensor kalibrieren (siehe oben)
- Sensor in 1/10 Schritten belasten bis zum vollen Nennmoment  
Anschliessend in der gleichen Weise wieder entlasten. Zwischen den einzelnen 1/10 Schritten mindestens 30 Sekunden warten bis der Messwert stabil steht, dann erst den Anzeigewert registrieren

### 7.1 Aufbau einer einfachen Kalibriereinrichtung



Kupplung = verlagerungsfähige Halbkupplungen Typ 2301A... oder Typ 2302A... oder Typ 2303A...

Bild 15: Kalibriereinrichtung

## 7.2 Berechnungsbeispiel für Hebelarmlänge

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

- $M$  = Drehmoment
- $L$  = benötigte Hebelarmlänge
- $m$  = benötigte Masse
- $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$   
(= Normalfallbeschleunigung, ortsabhängig)

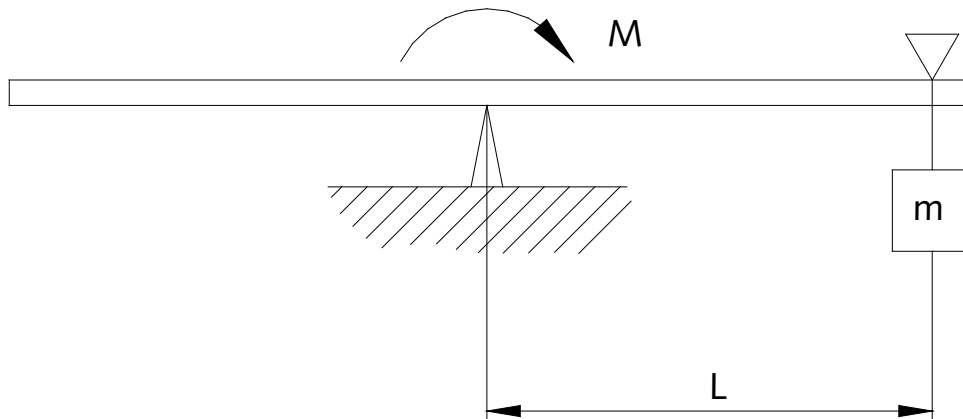


Bild 16: Hebelarmlänge berechnen

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

$$L = \frac{10 \text{ N} \cdot \text{m}}{1 \text{ kg} \cdot 9,80665 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 1,0196 \text{ m}$$

## 8. Wartung

- Durch den Abrieb der Bürsten und Schleifringe entsteht im Sensor ein elektrisch leitender Staub, der die Schleifringe elektrisch verbindet. Dadurch wird der Nullpunkt bei Rotation des Aufnehmers instabil. Der Sensor muss gereinigt werden.
- Der empfohlene Reinigungszyklus beträgt ca.  $10^6$  Umdrehungen.
- Zur Reinigung die Deckplatte durch Lösen der 4 Schrauben abnehmen.
- Schleifringe und Zwischenräume mit weichem Leinentuch, feinem Pinsel oder ölfreier Luft von Abrieb reinigen.
- Bürsten und Kunststoffteil mit Federn vorsichtig mit Pinsel reinigen oder mit ölfreier Luft ausblasen.
- Bauform QA: Vorsicht beim Reinigen, Impulsrad nicht verkratzen.
- Stecker ebenfalls vorsichtig reinigen.
- Bürstendicke überprüfen. Dicke muss mehr als 0,5 mm betragen. Erneuerung kann nur im Werk erfolgen.
- Anschliessend Deckplatte wieder vorsichtig aufstecken und festschrauben.
- Kontrolle des Sensors:
  - Nullpunkt beim Drehen stabil
  - Drehmoment von Hand einleiten und dabei Anzeige beobachten
- für Präzisionsanwendungen Sensor jährlich neu kalibrieren (Kalibrierung im Werk oder mit entsprechender Kalibriereinrichtung).



## 9. Instandsetzen der Messwelle

Phänomene	Ursachen	Massnahmen
Welle schwergängig	Lager defekt durch: a) Torsions- oder Biegeschwingungen b) hohe Axial- oder Radiallasten c) abgenutztes Lager d) Welle verbogen	Einsenden ans Werk
Nullpunktverschiebung kleiner als 2 %	Drehschwingungen Stossmomente	Nullpunkt kann an der Anzeige neu eingestellt werden
Nullpunktverschiebung zwischen etwa 2 % und 5 % v.E.	Sensor wurde überlastet Drehschwingungen Stossmomente	Nullpunkt kann einmalig an der Anzeige neu abgeglichen werden
Sensor besitzt Hysterese zwischen Links- und Rechtsmoment	Sensor durch hohe Wechsellast oder Drehschwingungen überlastet	Einsenden ans Werk
Nullpunkt beim Rotieren nicht stabil	Schleifringe und Bürsten verschmutzt	Sensor öffnen und reinigen
Winkelimpulse rollen aus (nur Bauform QA/HA)	Impulsscheibe und optischer Sensor durch Kohlestaub verschmutzt	Vorsichtig reinigen

## 10. Bestellschlüssel

Typ 4501A

Messbereiche in N·m/  
Mögliche Ausführungen

2	-	-	H	HA	-		<b>002</b>
6	Q	QA	H	HA	-		<b>006</b>
10	-	-	-	-	R		<b>010</b>
12	Q	QA	H	HA	-		<b>012</b>
20	-	-	H	HA	R		<b>020</b>
25	Q	QA	-	-	-		<b>025</b>
50	-	-	-	-	R		<b>050</b>
63	Q	QA	-	-	-		<b>063</b>
100	-	-	-	-	R		<b>100</b>
160	Q	QA	-	-	-		<b>160</b>
200	-	-	-	-	R		<b>200</b>
500	Q	QA	-	-	R		<b>500</b>
1 000	Q	QA	-	-	R		<b>1k0</b>

**Ausführungen**

(Abhängigkeit mit Messbereich beachten)

Normvierkant	<b>Q</b>
Normvierkant mit Drehwinkelmessung	<b>QA</b>
Normsechskant 1/4"	<b>H</b>
Normsechskant 1/4" mit Drehwinkelmessung	<b>HA</b>
Passfedernuten	<b>R</b>

Typ 4501A012QA

Drehmomentsensor: Nenndrehmoment 12 N·m: **012**, Ausführung **QA**:  
Normvierkant mit Drehwinkelmessung

## 11. Konformitätserklärung



### EC Declaration of Conformity EG-Konformitätserklärung Déclaration de conformité CE

Manufacturer  
Hersteller  
Fabricant

Kistler Lorch GmbH  
73547 Lorch  
Germany

declares that the product/erklärt, dass das Produkt/déclare que le produit

Name/Name/Nom  
Type/Typ/Type

Torque Sensor/Drehmomentsensor/Torque Capteur  
4501A...

Modules/Module/Modules  
Options/Optionen/Options

-  
all/alle/toutes

relates with the following standards/mit den folgenden Normen übereinstimmt/  
est conforme aux normes suivantes

EMC Emission  
EMV Störaussendung  
Emission EMC

EN 61000-6-4:2011-09 (Class A)

EMC Immunity  
EMV Störfestigkeit  
Immunité EMC

EN 61000-6-2:2006-03

Following the provisions of directive/Gemäss den Bestimmungen der Richtlinie/Conformément  
aux dispositions de directive

2004/108/EG (EMC / EMV / EMC)

Lorch, December 2013



\_\_\_\_\_  
Franz Winter  
General Manager

## 12. Index

### A

Anschlusskabel Q/R/H .....	11
Anschlusskabel QA und HA .....	13
Anwendung und typische Eigenschaften .....	5
Aufbau einer einfachen Kalibriereinrichtung ...	19

### B

Bauform R .....	18
Bauformen Q, QA, H, HA .....	17
Bauformen Q/R/H .....	11
Bauformen QA und HA .....	12
Berechnungsbeispiel für Hebelarmlänge .....	20
Bestellschlüssel .....	23

### D

Drehwinkelmesssystem .....	8
----------------------------	---

### E

Einleitung .....	3
Einstellung für Winkel-Impuls-Ausgang .....	9
Elektrischer Anschluss des Drehmomentsensors .....	10
Elektrischer Aufbau .....	7
Entsorgungshinweis .....	4

### I

Instandsetzen der Messwelle .....	22
-----------------------------------	----

### K

Konformitätserklärung .....	24
-----------------------------	----

### M

Mechanischer Aufbau .....	6
Mechanischer Aufbau des Drehmomentsensors .....	17
Messsystembeschreibung .....	6

### S

Schnittstellenbeschreibung für Schleifringensensoren .....	11
Statische Kalibrierung .....	19
Steckerserie MIL, CA-Bayonet .....	14

### V

Verlegung des Messkabels .....	16
Verwendete Symbole .....	4
Vorwort .....	1

### W

Wartung .....	21
Wichtige Informationen .....	4