

MAGTROL

Reihe TM 300

Drehmomentmesswellen



Bedienungsanleitung

Dieses Dokument wurde mit der grösstmöglichen Sorgfalt erstellt. Magtrol Inc./Magtrol SA übernimmt jedoch für allfällige Fehler oder Auslassungen keine Verantwortung. Dies gilt ausserdem auch für Schäden, welche durch Verwendung der in diesem Dokument beinhaltenen Informationen entstehen könnten.

COPYRIGHT

Copyright ©2007–2009 Magtrol, Inc. All rights reserved.

Copying or reproduction of all or any part of the contents of this manual without the express permission of Magtrol is strictly prohibited.

TRADEMARKS

LabVIEW™ is a trademark of National Instruments Corporation.

Microsoft® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

National Instruments™ is a trademark of National Instruments Corporation.

Windows® is a registered trademark of Microsoft Corporation.

Registrierung der Änderungen

Der Herausgeber behält sich das Recht vor, dieses Handbuch ohne Ankündigung ganz oder auszugsweise zu ändern. Aufgearbeitete Anleitungen sind stets unter der Magtrol WEB-Adresse www.magtrol.com/support/manuals.htm zu finden.

Vergleichen Sie das Ausgabedatum des vorliegenden Handbuchs mit den entsprechenden Angaben im Internet. Die nachfolgende Änderungsliste gibt Auskunft über mögliche Aufarbeitungen des Handbuchs.

ÄNDERUNGSDATUM

Erste Ausgabe in deutscher Sprache, Rev. F– Juni 2011

ÄNDERUNGSLISTE

Datum	Ausgabe	Änderungen	Abschnitt(e)
26.05.11	Erste Ausgabe DE, rev. F	Genauigkeit aktualisiert für TMB 301 bis 313	1.2.1, 1.2.2
26.05.11	Erste Ausgabe DE, rev. E	Belastungsgrenze aktualisiert	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3
05.10.10	Erste Ausgabe DE, rev. D	Zusätzliche Information bezüglich vertikaler Montage von TM/TMB	2.1.3
14.09.09	Erste Ausgabe DE, rev. C	Zusätzliche Information bezüglich Verbindung zu einem Differentialverstärker	2.7.3
10.09.08	Erste Ausgabe DE, rev. B	Bild 2–3 Störkräfte	2.2
17.12.07	Erste Ausgabe DE, rev. A	Neu Drehmomentmesswelle: TM 309	1.2.2, 2.2.1, 2.2.2, 2.4.3

Inhaltsverzeichnis

REGISTRIERUNG DER ÄNDERUNGEN	I
ÄNDERUNGSDATUM.....	I
ÄNDERUNGSLISTE.....	I
INHALTSVERZEICHNIS	II
TABELLE DER ABBILDUNGEN.....	III
VORWORT	IV
ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH DIESER BETRIEBSANLEITUNG.....	IV
ZIELGRUPPE.....	IV
AUFBAU DER BETRIEBSANLEITUNG	IV
1. EINLEITUNG.....	1
1.1 ALLGEMEINES.....	1
1.2 DATENBLATT.....	2
1.2.1 TM 301 – TM 308.....	2
1.2.2 TM 309 – TM 313.....	6
1.2.3 TM 314 – TM 317.....	12
2. INSTALLATION / KONFIGURATION.....	17
2.1 MONTAGEARTEN.....	17
2.1.1 Fliegende Montage.....	17
2.1.2 Sockelgestützte Montage	18
2.1.3 TM / TMB bei vertikaler Installation:.....	19
2.2 STÖRKÄRFTE	19
2.2.1 Radialkräfte (Biegung).....	19
2.2.2 Axialkräfte (Kompression).....	21
2.3 MESSWELLENSCHWINGUNGEN.....	22
2.3.1 Zulässige Messwellenschwingungen	22
2.3.2 Signalverarbeitende Elektronik (Drehmomentsignal).....	24
2.4 MONTAGEGRENZEN.....	25
2.4.1 Dynamische Drehmomente.....	25
2.4.2 Berechnung der Eigenfrequenz eines Antriebsstranges	25
2.4.3 Torsionseigenfrequenz der Messwelle	27
2.4.4 Maximale dynamische Amplitude.....	28
2.5 SICHERHEITSMASSNAHMEN	28
2.5.1 Unfallverhütungsmassnahmen	28
2.5.2 Sicherheitsregeln	29
2.6 SIGNALVERARBEITENDE ELEKTRONIK VON MAGTROL.....	30
2.6.1 Drehmomentanzeigergerät Typ 3400/3410	30
2.6.2 Drehmomentanzeigergerät Typ 6400	30
2.6.3 Leistungsbremsencontroller Typ DSP6001.....	30
2.7 ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE.....	31
2.7.1 Erdung.....	31
2.7.2 Anschlusskabel.....	
2.7.3 Anschluss an eine Nicht-Magtrol-Elektronik.....	32

3. FUNKTIONSPRINZIP.....	34
3.1 FUNKTIONSPRINZIP DER TM-DREHMOMENTMESSWELLE	34
3.2 FUNKTIONSWEISE	35
3.2.1 Aufbau der TM-Drehmomentmesswellen.....	35
3.2.2 Transformator.....	36
3.3 VERARBEITUNG DES DREHZAHLSIGNALS	36
3.4 INTEGRIERTE FUNKTIONSKONTROLLE	36
4. WARTUNG / STÖRUNGSBESEITIGUNG.....	37
4.1 WARTUNG	37
4.2 STÖRUNGSBESEITIGUNG.....	37

TABELLE DER ABBILDUNGERN

2. INSTALLATION / KONFIGURATION

<i>Bild 2-1 Fliegende Montage</i>	<i>17</i>
<i>Bild 2-2 Sockelgestützte Montage</i>	<i>18</i>
<i>Bild 2-3 Störkräfte.....</i>	<i>19</i>
<i>Bild 2-4 Radialer Versatz.....</i>	<i>22</i>
<i>Bild 2-5 Wellenschwingung als Funktion des radialen Versatzes "x" und der Drehzahl "n"</i>	<i>23</i>
<i>Bild 2-6 Mikroschalter SW1 bis SW12 und Offset-Einstellpotentiometer.....</i>	<i>24</i>
<i>Bild 2-7 Vereinfachtes Messwellenmodell</i>	<i>25</i>
<i>Bild 2-8 Graphische Darstellung des Frequenzganges</i>	<i>26</i>
<i>Bild 2-9 Zulässige dynamische Last.....</i>	<i>28</i>
<i>Bild 2-10 Beispiel einer optimalen Schutzvorrichtung.....</i>	<i>29</i>
<i>Bild 2-11 Drehmomentanzeigergerät Typ 3400/3410</i>	<i>30</i>
<i>Bild 2-12 Drehmomentanzeigergerät Typ 6400</i>	<i>30</i>
<i>Bild 2-13 Leistungsbremsencontroller Typ DSP6001</i>	<i>31</i>
<i>Bild 2-14 Gemeinsame Erdung</i>	<i>31</i>
<i>Bild 2-15 Anschlusschema des 6-poligen Souriau-Steckers (TM).....</i>	<i>32</i>
<i>Bild 2-16 Anschlusschema des 14-poligen Centronics-Steckers (Signalverarbeitungselektronik).....</i>	<i>32</i>
<i>Bild 2-17 Anschluss-Schema an eine Nicht-Magtrol-Elektronik.....</i>	<i>32</i>
<i>Bild 2-18 ER 107 Pin Belegung</i>	<i>33</i>

3. FUNKTIONSPRINZIP

<i>Bild 3-1 Ansicht einer TMB 313-Drehmomentmesswelle.....</i>	<i>34</i>
<i>Bild 3-2 Hauptbauteile der Drehmomentmesswelle.....</i>	<i>35</i>

Vorwort

ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH DIESER BETRIEBSANLEITUNG

Diese Betriebsanleitung beinhaltet alle Informationen, welche zur Installation und zum Betrieb der TM-Drehmomentmesswellen von Magtrol benötigt werden. Sie soll vor Benutzung der Wellen aufmerksam durchgelesen und für späteres Nachschlagen an einem sicheren Ort aufbewahrt werden.

ZIELGRUPPE

Diese Betriebsanleitung richtet sich an Benutzer von Drehmomentmesswellen auf Prüfbänken oder zur Drehmomentbestimmung auf Antriebssträngen. Vom Benutzer werden zur sicheren Installation dieser Messwellen gründliche Kenntnisse in der Mechanik und in der Elektronik vorausgesetzt.

AUFBAU DER BETRIEBSANLEITUNG

Dieser Abschnitt gibt Aufschluss über die in dieser Betriebsanleitung enthaltenen Angaben und deren Gliederung. Gewisse Abschnitte werden bewusst wiederholt, um Verweise auf ein Minimum zu halten, sowie die Lesbarkeit und Verständlichkeit zu verbessern.

Die Betriebsanleitung gliedert sich wie folgt:

- Kapitel 1 : **EINLEITUNG** – Enthält die Datenblätter der TM-Drehmomentmesswellen, die technischen Merkmale und einen kurzen Überblick über deren Anwendungsbereiche.
- Kapitel 2 : **INSTALLATION / KONFIGURATION** – Beschreibt die Integration einer Drehmomentmesswelle in eine Prüfbank, sowie deren Anschluss an eine Magtrol-Signalverarbeitungselektronik.
- Kapitel 3 : **FUNKTIONSPRINZIP** – Beschreibt die Funktionsweise der Drehmomentmesswellen und deren integrierte Elektronik.
- Kapitel 4 : **WARTUNG / STÖRUNGSBESEITIGUNG** – Enthält Hinweise über die Beseitigung von Störungen, welche während des Betriebs der TM-Drehmomentmesswellen auftreten können.

IN DIESER BETRIEBSANLEITUNG VERWENDETE SYMBOLE

Mit den folgenden Symbolen und Schriftarten wird auf besonders wichtige Passagen hingewiesen:



Merke: Mit diesem Symbol wird der Leser auf ergänzende Informationen oder auf sachbezogene Ratschläge aufmerksam gemacht. Das Symbol weist zudem auf Möglichkeiten hin, wie man die richtige Funktion erzielt.



ACHTUNG: MIT DIESEM SYMBOL WIRD DER LESER AUF INFORMATIONEN, ANWEISUNGEN UND VERFAHREN HINGEWIESEN, DEREN BEACHTUNG BESCHÄDIGUNGEN DES MATERIALS DURCH FEHLBEDIENUNGEN ODER UNZULÄSSIGE BETRIEBZUSTÄNDE VERMEIDEN. DER TEXT BESCHREIBT DIE NOTWENDIGEN VORKEHRUNGEN, SOWIE DIE MÖGLICHEN FOLGEN, DIE IM FALLE EINER MISSACHTUNG AUFTRETEN KÖNNEN.



WARNUNG! **DIESES SYMBOL KENNZEICHNET ANWEISUNGEN, VERFAHREN UND SICHERHEITSMASSNAHMEN, DIE MIT GRÖSSTERAUFMERKSAMKEIT BEFOLGT WERDEN MÜSSEN, UM DIE KÖRPERLICHE UNVERSEHRTHEIT DES BENUTZERS SOWIE VON DRITTPERSONEN ZU GEWÄHRLEISTEN. DER LESER SOLLTE DIE HIER GEGEBENEN INFORMATIONEN UNBEDINGT BEACHTEN UND BEFOLGEN, BEVOR ER DEN JEWEILS NÄCHSTEN SCHRITT UNTERNIMMT.**

1. Einleitung

1.1 ALLGEMEINES

Die neue Reihe der TM 200-Drehmomentmesswellen stellt die neue hochpräzise Aufnehmergegeneration mit integrierter Elektronik von Magtrol dar. Die TM-Messwellenreihe ist in drei Ausführungen erhältlich: TMB, TM und TMHS. Die TMB-Drehmomentmesswellen eignen sich für alle Standardanwendungen, die TM wird für hochpräzise Messungen eingesetzt und die TMHS-Reihe erlaubt zusätzlich hohe Drehzahlen.

Die TM 300-Reihe umfasst Messwellen mit folgenden Nenndrehmomenten:

0,1 Nm, 0,2 Nm, 0,5 Nm, 1 Nm, 2 Nm, 5 Nm, 10 Nm, 20 Nm, 50 Nm, 100 Nm, 200 Nm, 500 Nm, 1'000 Nm, 2'000 Nm, 5'000 Nm und 10'000 Nm.

Jede Messwelle mit integrierter Elektronik besitzt einen eingebauten Schaltkreis zur Temperaturkompensation, welcher für eine betriebstemperaturunabhängige Messgenauigkeit sorgt. Die integrierte Elektronik umfasst ebenfalls ein Messsignalfilter und einen integrierten Schaltkreis zur Selbstprüfung des ganzen Messsystems.



Merke : Das separat zu bestellende Anschlusskabel-Assembly ER 113-0X besteht aus einem abgeschirmten 8-adrigen Verbindungskabel mit paarweise verdrehten Leitungen zum Anschluss der Drehmomentmesswelle an die signalverarbeitende Elektronik.

Mit der TM-Reihe und der ganz neuen TF-Reihe verfügt Magtrol nun über ein breites Sortiment an Drehmomentmesswellen für Anwendungen mit höchsten Anforderungen, mit welchen die vielfältigsten Bedürfnisse abgedeckt werden können.

1.2 DATENBLATT

1.2.1 TM 301 – TM 308

TM 301 – TM 308

Drehmomentmesswelle

MERKMALE

- Drehmomentmesswelle mit eingebautem Drehmoment- und Drehzahlsignalaufbereiter
- Drehmomentbereich : 0,1 Nm bis 20 Nm
- Genauigkeit : < 0,1% des Nenndrehmoments (ND)
- Überlastbarkeit : 200%
- Belastungsgrenze : 400%
- Drehzahlen bis 50 000 Umin⁻¹
- Berührungslose Messung (ohne Schleifringe)
- Keine rotierenden elektronischen Komponenten
- Hohe Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen
- Speisespannung : 20 bis 32 VDC
- Sofortige Drehzahlerfassung
- Einstellbarer Filter für Drehmomentsignal
- Integrierte Funktionsprüfung
- Messwelle aus rostfreiem Stahl
- EMV nach europäischen Normen



Drehmomentmesswelle Typ TM 307

BESCHREIBUNG

Mit den Drehmomentmesswellen von Magtrol lassen sich sehr genaue Drehmoment- und Drehzahlmessungen in einem ausserordentlich weiten Bereich durchführen. Jede Messwelle besitzt ein integriertes, elektronisches Signalaufbereitungsmodul, welches ein Ausgangssignal von 0 bis ±10 VDC für das Drehmoment und einen Open Collector-Ausgang für die Drehzahl zur Verfügung stellt. Die Magtrol-Drehmomentaufnehmer haben sich dank dem hohen Überlastschutz, einer exzellenten Langzeitstabilität und einer Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen als äusserst zuverlässige Geräte bewährt.

Für alle Aufnehmertypen wird die einzigartige, berührungslose Messtechnik mittels Transformers mit variabler Kopplung eingesetzt. Diese Technologie bietet eine Menge Vorteile und benötigt keinerlei rotierende elektrische oder elektronische Komponenten.

Damit der Kunde für seine spezifische Anwendung die Lösung mit dem besten Preis-/Leistungsverhältnis wählen kann, bietet Magtrol drei verschiedene Modellreihen an: Die TMB-Reihe für Standardanwendungen, die TM-Reihe für hohe Genauigkeitsanforderungen und die TMHS-Reihe für sehr hohe Drehzahlen und hohe Genauigkeit.

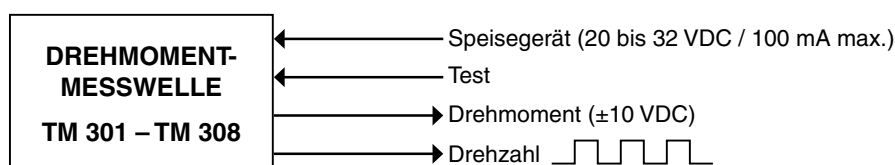
Der Aufnehmer setzt sich aus einer Messwelle aus rostfreiem Stahl mit glatten Wellenenden, einem eloxierten Aluminiumgehäuse mit den Führungslagern und dem Signalaufbereitungsmodul zusammen. Das Modul wird mit Gleichspannung gespeist und stellt ein Drehmoment-/Drehzahlssignal ohne zusätzlichen Verstärker zur Verfügung. Speisung und Signalaustausch erfolgen über einen 6-poligen, im Gehäuse montierten Stecker.

EINSATZ

TM-, TMB- und TMHS-Drehmomentmesswellen dienen der Messung von Drehmoment und Drehzahl bei :

- Propellern (Luftfahrt, Marine, Helikopter)
- Scheibenwischern, elektrischen Fensterhebern, Anlassern, Generatoren und Bremsen in der Automobilindustrie
- Pumpen (Wasser, Öl)
- Untersetzungs- und Schaltgetrieben
- Kupplungen
- Motorisch angetriebenen Ventilen
- Bohrmaschinen, pneumatischen und anderen Maschinenwerkzeugen

BASIS-KONFIGURATION



Spezifikationen

TM 301 – TM 308

TECHNISCHE DATEN DER TYPEN

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle TM-, TMHS- und TMB-Drehmomentmesswellen.

Typ	Nenn Drehmoment	Drehsteifigkeit	Trägheitsmoment	Gewicht
	<i>Nm</i>	<i>Nm/rad</i>	<i>kg·m²</i>	<i>kg</i>
301 *	0,1	29	$2,50 \times 10^{-5}$	1,1
302 *	0,2	29	$2,50 \times 10^{-5}$	1,1
303	0,5	66	$2,55 \times 10^{-5}$	1,1
304	1	145	$2,82 \times 10^{-5}$	1,2
305	2	290	$2,91 \times 10^{-5}$	1,2
306	5	725	$3,08 \times 10^{-5}$	1,2
307	10	1 450	$2,63 \times 10^{-5}$	1,2
308	20	2 900	$2,66 \times 10^{-5}$	1,2

* Typen 301 und 302 nur für die TM-Reihen verfügbar.

TECHNISCHE DATEN DER SERIE

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle Standard-Drehmomentmesswellen (301- bis 308-Typen), wenn nicht anderweitig vermerkt.

Standard-Drehmomentaufnehmer	TM	TMHS	TMB
DREHMOMENTMESSUNG			
Nenn Drehmoment (ND)	0 bis ±100% des NDs		
Maximales dynamisches Drehmoment (Spitzenwert, Überlastbarkeit)	0 bis ±200% des NDs		
Maximales dynamisches Drehmoment, ohne Zerstörung (Belastungsgrenze)	0 bis ±400% des NDs		
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) bis 100% des NDs	< ±0,1% des NDs (0,2% für TM 301)	< ±0,1% des NDs	< ±0,1% des NDs
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) von 100% bis 200% des NDs	< ±0,1% des Messwerts (0,2% für TM 301)	< ±0,1% des Messwerts	< ±0,15% des Messwerts
Temperatureinfluss auf Nullpunkt und Empfindlichkeit : • im kompensierten Bereich +10 °C bis +60 °C • im kompensierten Bereich -25 °C bis +80 °C	< ±0,1% des NDs/10K < ±0,2% des NDs/10K		< ±0,2% des NDs/10K < ±0,4% des NDs/10K
Drehzahleinfluss auf das Drehmomentsignal im unbelasteten Zustand	< ±0,01% des NDs/1000 Umin ⁻¹		< ±0,02% des NDs/1000 Umin ⁻¹
Langzeitstabilität der Empfindlichkeit	< ±0,05% des NDs/Jahr		< ±0,1% des NDs/Jahr
DREHZAHLMESSUNG			
Nenn Drehzahlbereich	1 bis 20 000 Umin ⁻¹	TM 303 : 1 bis 40 000 Umin ⁻¹ TM 304-308 : 1 bis 50 000 Umin ⁻¹	1 bis 6 000 Umin ⁻¹
Anzahl Zähne	60 Z		
Erfassung der Minimaldrehzahl	1 Umin ⁻¹		
UMGEBUNG			
Lagerungstemperaturbereich	-40 °C bis +100 °C		
Betriebstemperaturbereich	-40 °C bis +85 °C		
Schockbelastung	entsprechend IEC 68.2.2 / Klasse D3		
Vibrationsbelastung	entsprechend IEC 68.2.6 / Klasse D3		
Schutzklasse	IP 44		
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN			
Wellenenden	glatt		
Auswuchtungsgüte	G1 entsprechend ISO 1940		G2.5 entspr. ISO 1940
EIN-/AUSGANGSSIGNALE			
Speisung (max. Spannung / Strom)	20 bis 32 VDC / 100 mA		
Drehmomentausgang (Nennwert / Maximalwert)	±5 / ±10 VDC		
Filtergrenzfrequenz	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Hz		
Drehzahlausgang (Frequenz)	Open Collector (15 Ω in Serie), max. 30 VDC, kurzschlussicher		
STECKVERBINDER			
Gegenstecker	als Option lieferbar (P/N 957.11.08.0081)		

Spezifikationen

TM 301 – TM 308

FUNKTIONSPRINZIPIEN

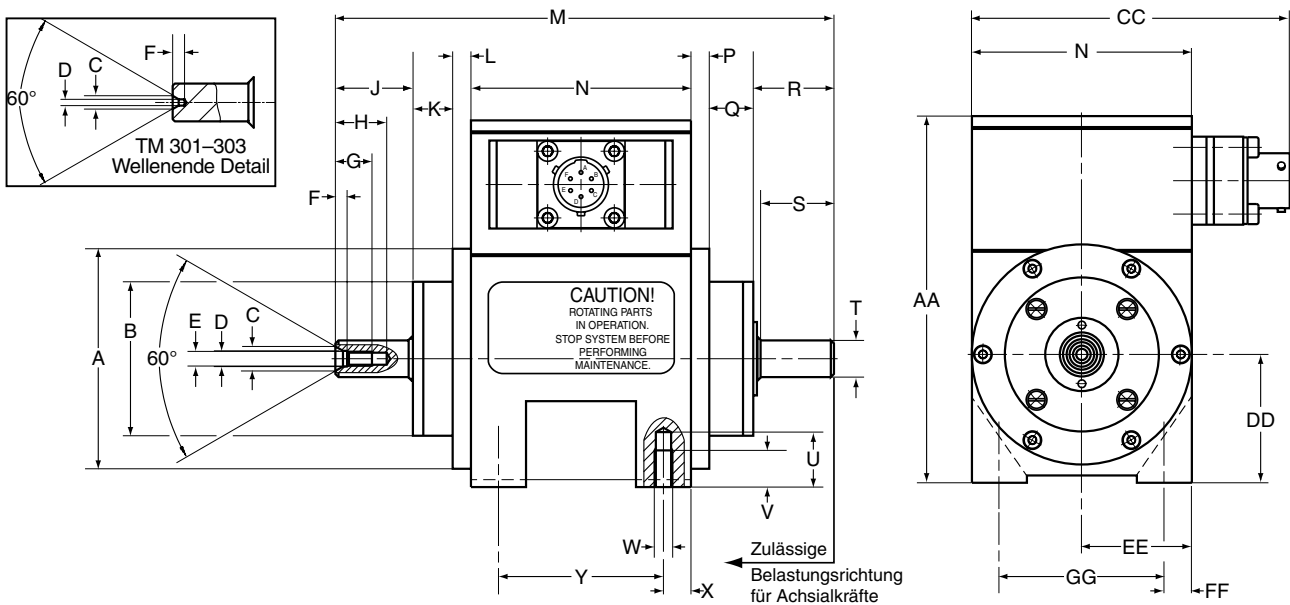
Das Messsystem arbeitet nach dem Prinzip eines Transformators mit variabler, drehmomentabhängiger Kopplung. Es setzt sich aus zwei beiderseits des Wellenmessabschnitts an der Welle befestigten, konzentrischen Aluminiumtrommeln und zwei konzentrischen, am Messwellengehäuse angebrachten Spulen zusammen.

Beide Trommeln besitzen kreisförmig an ihrem Umfang angeordnete Reihen von gleichförmigen Schlitzen und rotieren zusammen mit der Welle im Innern der Spulen. Die Primärspulen werden mit 20 kHz-Wechselstrom angeregt. Im unbelasteten Zustand überlappen sich die Schlitze der Zylinder nicht. Die Trommeln schirmen die Sekundärspule von der Primärspule ab. Es wird keine Spannung in die Sekundärspule induziert. Eine Belastung der Messwelle hingegen bewirkt eine

Winkeldeformation im Wellenmessabschnitt durch eine graduelle Überlappung der Schlitze. Eine drehmomentproportionale Wechselspannung wird in die Sekundärspule induziert. Diese wird dann durch die Signalaufbereiterschaltung in eine 0 bis ±5 V Gleichspannung umgewandelt. Ein von 5 kHz bis 1 Hz einstellbarer Butterworth-Tiefpassfilter zweiter Ordnung ermöglicht eine entsprechende Filterung des Drehmomentsignals.

Ein optischer Sensor liest auf einer Verzahnung, die sich direkt auf dem Messsystem befindet, die Geschwindigkeit ab. Das Ausgangssignal erfolgt in Form einer Frequenz, die direkt proportional zur Umdrehungszahl der Achse ist. Ein Schaltkreis kompensiert die Temperaturdrift von Nullpunkt und Empfindlichkeit innerhalb einer Toleranz von 0,1% / 10 K.

DIMENSIONEN



MERKE:

Die Typen TM-, TMHS-, TMB-Reihen besitzen dieselben Abmessungen.

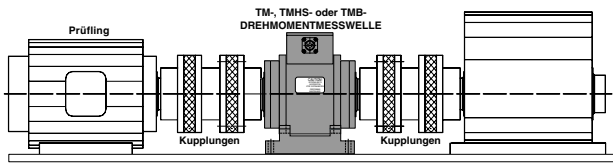
Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q
301-303	60	42g6	2,12	0,1	---	1,9	---	---	13,2	7,8	5	114	60	5	9
304-308	60	42g6	6,7	4,3	M4	3,2	10	14	21,2	10,8	5	136	60	5	12

Typ	R	S	Ø T	U	V	W	X	Y	AA	CC	DD	EE	FF	GG
301-303	14	12	6h6	15	10	M5	7,5	45	100	87	35 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$	30	7,5	45
304-308	22	20	10h6	15	10	M5	7,5	45	100	87	35 $\begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$	30 ±0,02	7,5	45

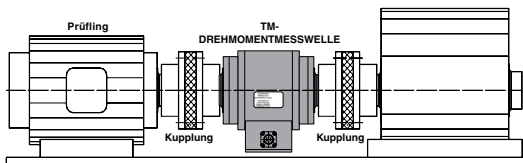
Bestellinformationen

TM 301 – TM 308

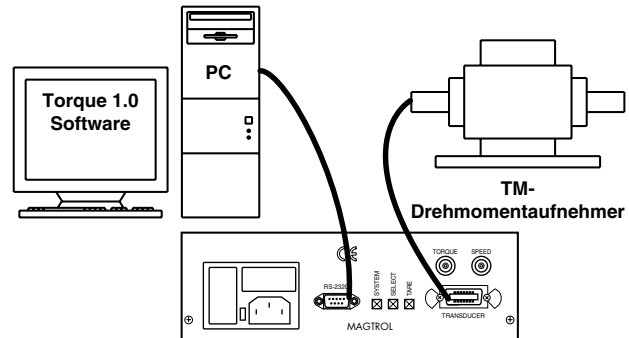
SYSTEMOPTIONEN UND ZUBEHÖR



Drehmomentmesswelle auf Konsole
(notwendig bei Prüfbänken für hohe Drehzahlen)



Drehmomentmesswelle hängend
(nur bei niedrigen Drehzahlen, einteilige Kupplungen verwenden zwecks Verkürzung des Antriebsstrangs)



Systemkonfiguration mit PC
Drehmomentmesswelle mit Anzeigergerät Typ 3410 und Torque 1.0 Software

Kupplungen

Zur Montage der Magtrol Drehmomentmesswellen der TM-, TMB- und TMHS-Reihe ist die paarweise Verwendung von Miniaturkupplungen ideal. Bei tiefen Drehzahlen können auch einteilige Kupplungen eingesetzt werden. Solche Kupplungen werden von vielen Herstellern, sowohl für den hängenden wie auch für den Einbau mit einer Konsole, angeboten. Die folgenden Kriterien sollten zur Wahl der optimalen Kupplung beachtet werden:

- Hohe Drehsteifigkeit (die Drehsteifigkeit der Kupplung sollte mindestens dreimal höher sein wie diejenige der Drehmomentmesswelle)
- Kupplungsbefestigung selbstzentrierend und entsprechend robust
- Drehzahlbereich
- Auswuchtung entsprechend dem Drehzahlbereich
- Fluchtung einstellbar

Je höher die Drehzahlen desto sorgfältiger muss die Auswahl der Kupplungen und deren Montage auf dem Antriebsstrang durchgeführt werden (Fluchtung und Auswuchtung). Ihr Magtrol-Vertreter berät Sie gern bei der Auswahl der optimal zu Ihrer Messwelle passenden Kupplungen.

BESTELLINFORMATIONEN

Bei der Bestellung bitte die gewünschte Drehmomentmesswelle gemäss nachstehendem Beispiel spezifizieren.

DREHMOMENTMESSWELLEN		
• Typ TM	301-308	TM 300/011
• Typ TMHS	303-308	TMHS 300/111
• Typ TMB	303-308	TMB 300/411

Drehmomentanzeigergeräte

Magtrol verfügt über zwei Drehmomentanzeigergeräte (typen 3410 und 6400) zur Speisung der TM-, TMB- und TMHS-Drehmomentaufnehmer und zur Anzeige von Drehmoment, Drehzahl und von der mechanischen Leistung. Merkmale :

- Drehmomenteinheiten standardmässig frei wählbar : metrisch, englisch und SI
- grosse Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige
- Integrierte Testfunktion
- Überlastschutz
- Tarierfunktion
- RS-232-Schnittstelle
- Drehmoment- und Drehzahlausgänge
- Menügesteuerte Kalibrierung
- Inkl. Magtrol Torque 1.0 Software

Das Anzeigergerät Typ 6400 zeichnet sich durch folgende, zusätzliche Eigenschaften aus :

- Pass/fail-Funktionen für Drehmoment/Drehzahl/Leistung
- RS-232- und IEEE-488-Schnittstellen
- Analoger Hilfseingang

Torque 1.0 Software

Die Magtrol Torque 1.0 Software ist ein bedienerfreundliches, unter Windows® laufendes Programm, welches automatisch Drehmoment-, Drehzahl- und Leistungsdaten erfasst, ausdrückt, graphisch darstellt und in einer Microsoft® Excel-Tabelle speichert. Dieses Programm verfügt über Standardfunktionen zur Erfassung von Spitzenwerten und Drehsinn sowie zur kombinierten, graphischen Darstellung der Messkurven.

ZUBEHÖR	TYP
Anschlusskabel für Drehmomentmesswelle (5/10/20 m)	ER 113/011

Änderungen der Spezifikationen, bedingt durch Weiterentwicklung und technischen Fortschritt, bleiben ausdrücklich vorbehalten.

1.2.2 TM 309 – TM 313

TM 309 – TM 313

Drehmomentmesswelle

MERKMALE

- Drehmomentmesswelle mit eingebautem Drehmoment- und Drehzahlsignalaufbereiter
- Drehmomentbereich : 20 Nm bis 500 Nm
- Genauigkeit : < 0,1% des Nenndrehmoments
- Überlastbarkeit : 200%
- Belastungsgrenze : 400%
- Drehzahlen bis 32000 Umin⁻¹
- Berührungslose Messung (ohne Schleifringe)
- Keine rotierenden elektronischen Komponenten
- Hohe Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen
- Speisespannung : 20 bis 32 VDC
- Sofortige Drehzahlerfassung
- Einstellbarer Filter für Drehmomentsignal
- Integrierte Funktionsprüfung
- Messwelle aus rostfreiem Stahl
- EMV nach europäischen Normen



Drehmomentmesswelle Typ TM 313

BESCHREIBUNG

Mit den Drehmomentmesswellen von Magtrol lassen sich sehr genaue Drehmoment- und Drehzahlmessungen in einem ausserordentlich weiten Bereich durchführen. Jede Messwelle besitzt ein integriertes, elektronisches Signalaufbereitungsmodul, welches ein Ausgangssignal von 0 bis ±10 VDC für das Drehmoment und einen Open Collector-Ausgang für die Drehzahl zur Verfügung stellt. Die Magtrol-Drehmomentaufnehmer haben sich dank dem hohen Überlastschutz, einer exzellenten Langzeitstabilität und einer Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen als äusserst zuverlässige Geräte bewährt.

Für alle Aufnehmertypen wird die einzigartige, berührungslose Messtechnik mittels Transformers mit variabler Kopplung eingesetzt. Diese Technologie bietet eine Menge Vorteile und benötigt keinerlei rotierende elektrische oder elektronische Komponenten.

Damit der Kunde für seine spezifische Anwendung die Lösung mit dem besten Preis-/Leistungsverhältnis wählen kann, bietet Magtrol drei verschiedene Modellreihen an: Die TMB-Reihe für Standardanwendungen, die TM-Reihe für hohe Genauigkeit sanforderungen und die TMHS-Reihe für sehr hohe Drehzahlen und hohe Genauigkeit.

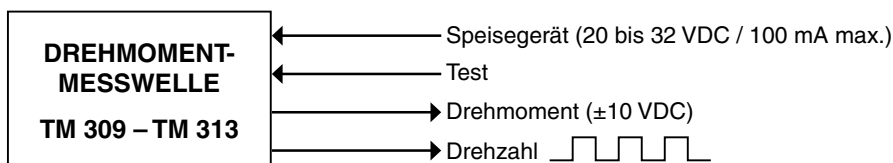
Der Aufnehmer setzt sich aus einer Messwelle aus rostfreiem Stahl mit glatten Wellenenden, einem eloxierten Aluminiumgehäuse mit Führungslagern und der Signalaufbereitungselektronik zusammen. Der eingebaute Schaltkreis wird mit Gleichspannung gespeist und stellt ein Drehmoment-/Drehzahlsignal ohne zusätzlichen Verstärker zur Verfügung. Speisung und Signalaustausch erfolgen über einen 6-poligen, im Gehäuse montierten Stecker. Eine Gehäuseabstützung aus Aluminium gehört zum Lieferumfang—bei TM- und TMHS-Drehmomentmesswellen im Lieferumfang inbegriffen, bei TMB-Drehmomentmesswellen als Option erhältlich.

EINSATZ

TM, TMB und TMHS-Drehmomentmesswellen dienen der Messung von Drehmoment und Drehzahl bei :

- Propellern (Luftfahrt, Marine, Helikopter)
- Scheibenwischern, elektrischen Fensterhebern, Anlassern, Generatoren und Bremsen in der Automobilindustrie
- Pumpen (Wasser, Öl)
- Untersetzungs- und Schaltgetrieben
- Kupplungen
- motorisch angetriebenen Ventilen
- Bohrmaschinen, pneumatischen und anderen Maschinenwerkzeugen

BASISKONFIGURATION



Spezifikationen

TM 309 – TM 313

TECHNISCHE DATEN DER TYPEN

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle TM-, TMHS- und TMB-Drehmomentmesswellen.

Typ	Nenn Drehmoment <i>Nm</i>	Drehsteifigkeit <i>Nm/rad</i>	Trägheitsmoment <i>kgm²</i>	Gewicht * <i>kg</i>
309	20	$2,4 \times 10^3$	$1,49 \times 10^{-4}$	2,5
310	50	$5,7 \times 10^3$	$1,52 \times 10^{-4}$	2,5
311	100	$1,14 \times 10^4$	$1,55 \times 10^{-4}$	2,5
312	200	$3,82 \times 10^4$	$4,85 \times 10^{-4}$	4,1
313	500	$9,58 \times 10^4$	$5,16 \times 10^{-4}$	4,4

* Gewichtsangabe für TMB-Drehmomentmesswellen ohne Gehäuseabstützung (Option) leicht tiefer.

TECHNISCHE DATEN DER SERIE

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle Standard-Drehmomentmesswellen (309- bis 313-Typen).

Standard-Drehmomentaufnehmer	TM	TMHS	TMB
DREHMOMENTMESSUNG			
Nenn Drehmoment (ND)	0 bis $\pm 100\%$ des NDs		
Maximales dynamisches Drehmoment (Spitzenwert, Überlastbarkeit)	0 bis $\pm 200\%$ des NDs		
Maximales dynamisches Drehmoment, ohne Zerstörung (Belastungsgrenze)	0 bis $\pm 400\%$ des NDs		
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) bis 100% des NDs	< $\pm 0,1\%$ des NDs	< $\pm 0,1\%$ des NDs	< $\pm 0,1\%$ des NDs
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) von 100 bis 200% des NDs	< $\pm 0,1\%$ des Messwerts	< $\pm 0,1\%$ des Messwerts	< $\pm 0,15\%$ des Messwerts
Temperatureinfluss auf Nullpunkt und Empfindlichkeit : • im kompensierten Bereich +10 °C bis +60 °C • im kompensierten Bereich -25 °C bis +80 °C	< $\pm 0,1\%$ des NDs/10K < $\pm 0,2\%$ des NDs/10K		< $\pm 0,2\%$ des NDs/10K < $\pm 0,4\%$ des NDs/10K
Drehzahleinfluss auf das Drehmomentsignal im unbelasteten Zustand	< $\pm 0,01\%$ des NDs/1000 Umin ⁻¹		< $\pm 0,02\%$ des NDs/1000 Umin ⁻¹
Langzeitstabilität der Empfindlichkeit	< $\pm 0,05\%$ des NDs/Jahr		< $\pm 0,1\%$ des NDs/Jahr
DREHZAHLMESSUNG			
Nenn Drehzahlbereich	Typen 309–311 1 bis 10000 Umin ⁻¹	1 bis 32000 Umin ⁻¹	1 bis 4000 Umin ⁻¹
	Typen 312–313 1 bis 10000 Umin ⁻¹	1 bis 24000 Umin ⁻¹	1 bis 4000 Umin ⁻¹
Anzahl Zähne	60 Z		
Erfassung der Minimaldrehzahl	1 Umin ⁻¹		
UMGEBUNG			
Lagerungstemperaturbereich	-40 °C bis +100 °C		
Betriebstemperaturbereich	-40 °C bis +85 °C		
Schockbelastung	entsprechend IEC 68.2.2 / Klasse D3		
Vibrationsbelastung	entsprechend IEC 68.2.6 / Klasse D3		
Schutzklasse	IP 44		
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN			
Wellenenden	Type 309	glatt	
	Typen 310–311	glatt	glatt
	Typen 312–313	glatt oder keilverzahnt	glatt oder keilverzahnt
Auswuchtungsgüte	G1 entsprechend ISO 1940		G2.5 entspr. ISO 1940
Gehäuseabstützung	im Lieferumfang inbegriffen		Option
EIN-/AUSGANGSSIGNALE			
Speisung (max. Spannung / Strom)	20 bis 32 VDC / 100 mA		
Drehmomentausgang (Nennwert / Maximalwert)	$\pm 5 / \pm 10$ VDC		
Filtergrenzfrequenz	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Hz		
Drehzahlausgang (Frequenz)	Open Collector (15 Ω in Serie), max. 30 VDC, kurzschlussicher		
STECKVERBINDER			

Dimensionen

TM 309 – TM 313

FUNKTIONSPRINZIPIEN

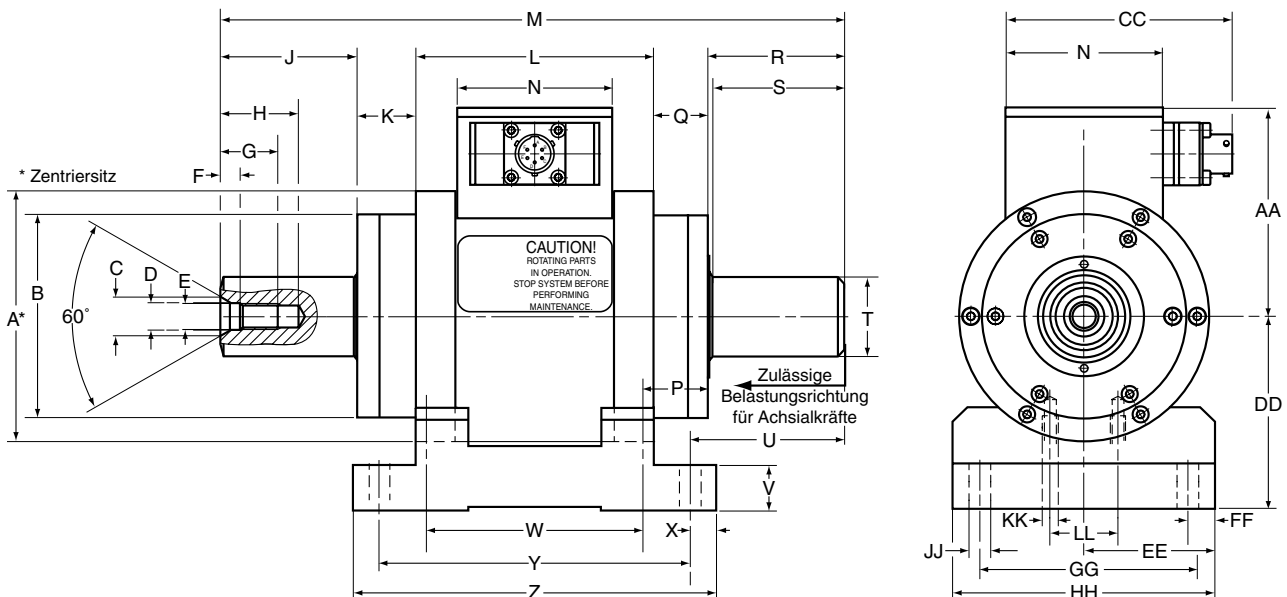
Das Messsystem arbeitet nach dem Prinzip eines Transformators mit variabler, drehmomentabhängiger Kopplung. Es setzt sich aus zwei beiderseits des Wellenmessabschnitts an der Welle befestigten, konzentrischen Aluminiumtrommeln und zwei konzentrischen, am Messwellengehäuse angebrachten Spulen zusammen.

Beide Trommeln besitzen kreisförmig an ihrem Umfang angeordnete Reihen von gleichförmigen Schlitzen und rotieren zusammen mit der Welle im Innern der Spulen. Die Primärspulen werden mit 20 kHz-Wechselstrom angeregt. Im unbelasteten Zustand überlappen sich die Schlitze der Zylinder nicht. Die Trommeln schirmen die Sekundärspule von der Primärspule ab. Es wird keine Spannung in die Sekundärspule induziert. Eine Belastung der Messwelle hingegen bewirkt eine

Winkeldeformation im Wellenmessabschnitt durch eine graduelle Überlappung der Schlitze. Eine drehmomentproportionale Wechselfspannung wird in die Sekundärspule induziert. Diese wird dann durch die Signalaufbereiter-schaltung in eine 0 bis ±5 V Gleichspannung umgewandelt. Ein von 5 kHz bis 1 Hz einstellbarer Butterworth-Tiefpassfilter zweiter Ordnung ermöglicht eine entsprechende Filterung des Drehmoment-signals.

Ein optischer Sensor liest auf einer Verzahnung, die sich direkt auf dem Messsystem befindet, die Geschwindigkeit ab. Das Ausgangssignal erfolgt in Form einer Frequenz, die direkt proportional zur Umdrehungszahl der Achse ist. Ein Schaltkreis kompensiert die Temperaturdrift von Nullpunkt und Empfindlichkeit innerhalb einer Toleranz von 0,1% / 10 K.

DREHMOMENTMESSWELLEN MIT GLATTEN WELLENENDEN



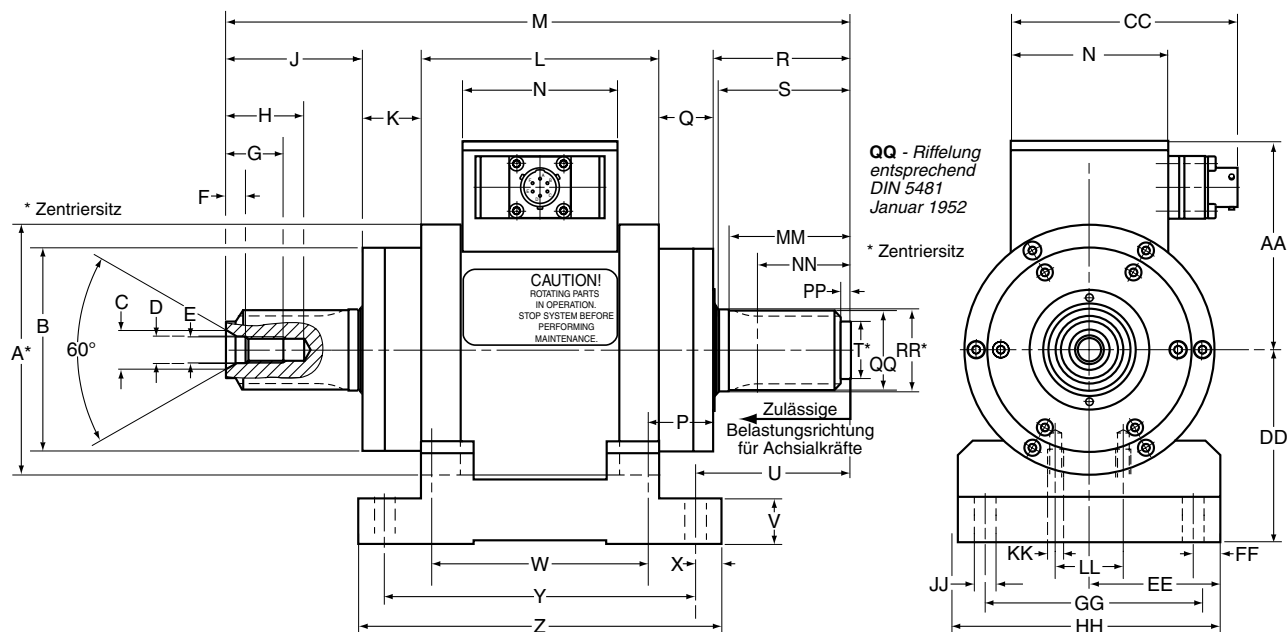
Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	Ø T
309/X11	82g6	64	9,6	6,4	M6	5,0	16	21	26,2	16,8	86	170,4	60	20	15	26,4	25	20h6
310/X11	82g6	64	9,6	6,4	M6	5,0	16	21	36,2	16,8	86	190,4	60	20	15	36,4	35	20h6
311/X11	82g6	64	9,6	6,4	M6	5,0	16	21	41,2	16,8	86	200,4	60	20	15	41,4	40	20h6
312/X11	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	46,4	22,8	91	228,0	60	25	21	46,8	45	30h6
313/X11	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	56,4	22,8	91	248,0	60	25	21	56,8	55	30h6

Typ	U	V	W	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL
309/X11	29,4	12	76	10	110	130	74	87	60 ($0_{-0.05}^0$)	45 ±0,025	8	74	90 ±0,05	6,6	M5×10	20
310/X11	39,4	12	76	10	110	130	74	87	60 ($0_{-0.05}^0$)	45 ±0,025	8	74	90 ±0,05	7	M5×10	20
311/X11	44,4	12	76	10	110	130	74	87	60 ($0_{-0.05}^0$)	45 ±0,025	8	74	90 ±0,05	7	M5×10	20
312/X11	53,8	18	83	10	119	139	80	87	75 ($0_{-0.05}^0$)	50 ±0,025	10	80	100 ±0,05	9	M6×8	26
313/X11	63,8	18	83	10	119	139	80	87	75 ($0_{-0.05}^0$)	50 ±0,025	10	80	100 ±0,05	9	M6×8	26

Dimensionen

TM 309 – TM 313

DREHMOMENTMESSWELLEN MIT KEILVERZAHNTEN WELLENENDEN



Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
312/X21	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	40,4	22,8	91	216	60
313/X21	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	52,4	22,8	91	240	60

Typ	P	Q	R	S	Ø T	U	V	W	X	Y	Z	AA	CC
312/X21	25	21	40,8	39	22h6	47,8	18	83	10	119	139	80	87
313/X21	25	21	52,8	51	22h6	59,8	18	83	10	119	139	80	87

Typ	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL	MM	NN	PP	QQ	Ø RR
312/X21	75 ($0_{-0,05}^0$)	50 ±0,025	10	80	100 ±0,05	9	M6x8	26	35	24	4	26x30	31h6
313/X21	75 ($0_{-0,05}^0$)	50 ±0,025	10	80	100 ±0,05	9	M6x8	26	47	36	4	26x30	31h6

OPTIONEN

Kupplungsflansche

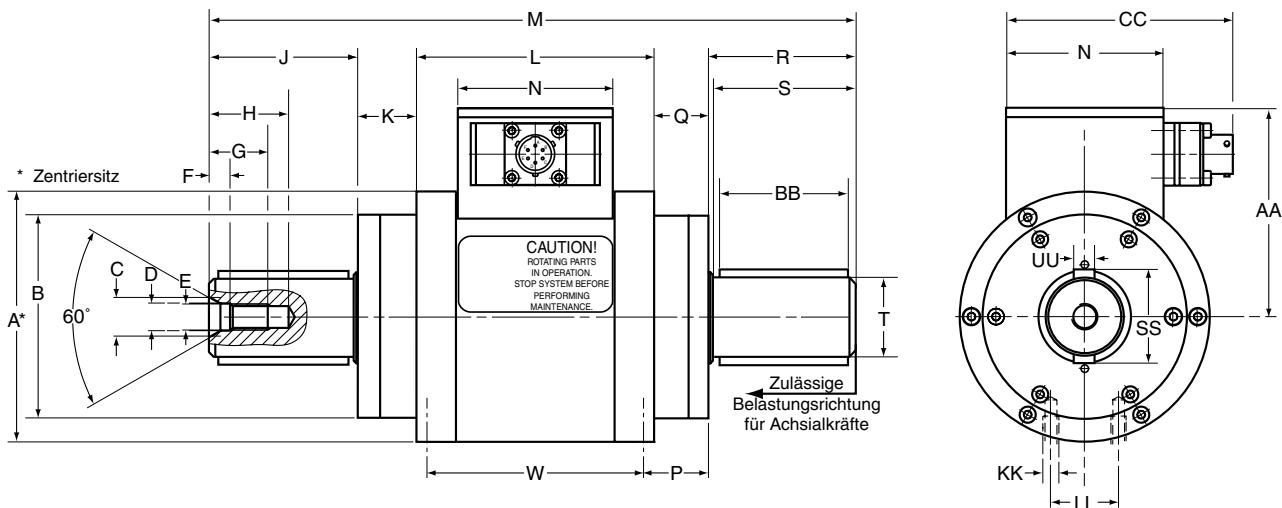
Drehmomentaufnehmer mit keilverzahnten Wellenenden sind als Option mit Kupplungsflanschen lieferbar (Zeichnung auf Wunsch erhältlich).

Beschreibung	Typ	P/N
Kupplungsflansch 212/X21	FTM 212	415-212-960-011
Kupplungsflansch 213/X21	FTM 213	415-213-960-011

Dimensionen

TM 309 – TM 313

DREHMOMENTMESSWELLEN MIT KEILEN



Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	P
310/431	82g6	64	9,6	6,4	M6	5,0	16	21	36,2	16,8	86	190,4	20
311/431	82g6	64	9,6	6,4	M6	5,0	16	21	41,2	16,8	86	200,4	20
312/431	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	46,4	22,8	91	228,0	25
313/431	96g6	78	14,9	10,5	M10	7,5	22	30	56,4	22,8	91	248,0	25

Typ	N	Q	R	S	Ø T	W	AA	BB	CC	KK	LL	SS	UU
310/431	60	15	36,4	35	20h6	76	74	32	87	M5×10	20	25	6h9
311/431	60	15	41,4	40	20h6	76	74	37	87	M5×10	20	25	6h9
312/431	60	21	46,8	45	30h6	83	80	42	87	M6×8	26	36	8h9
313/431	60	21	56,8	55	30h6	83	80	52	87	M6×8	26	36	8h9

OPTIONEN

Gehäuseabstützung

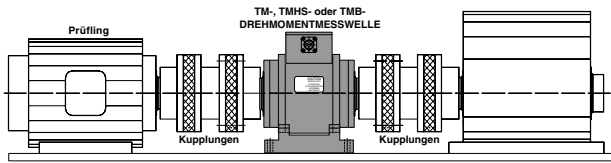
Siehe Angaben unter U-Z und DD-JJ auf Seite 3 für Drehmomentmesswellen mit Gehäuseabstützung.

Beschreibung	Typ	P/N
Gehäuseabstützung für 210–211	PTM 210	415-209-950-011
Gehäuseabstützung für 212–213	PTM 212	415-212-950-011

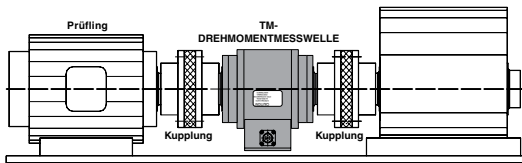
Bestellinformationen

TM 309 – TM 313

SYSTEMOPTIONEN UND ZUBEHÖR



Drehmomentmesswelle auf Konsole
(notwendig bei Prüfbänken für hohe Drehzahlen)



Drehmomentmesswelle hängend
(nur bei niedrigen Drehzahlen, einteilige Kupplungen verwenden zwecks Verkürzung des Antriebsstrangs)

Kupplungen

Zur Montage der Magtrol Drehmomentmesswellen der TM-, TMB- und TMHS-Reihe ist die paarweise Verwendung von Miniaturkupplungen ideal. Bei tiefen Drehzahlen können auch einteilige Kupplungen eingesetzt werden. Solche Kupplungen werden von vielen Herstellern, sowohl für den hängenden wie auch für den Einbau mit einer Konsole, angeboten. Die folgenden Kriterien sollten zur Wahl der optimalen Kupplung beachtet werden:

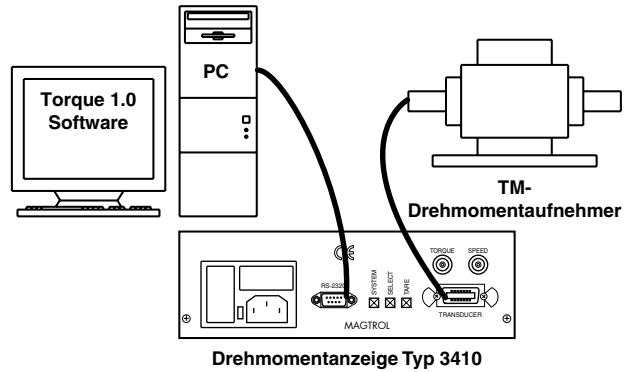
- Hohe Drehsteifigkeit (die Drehsteifigkeit der Kupplung sollte mindestens dreimal höher sein wie diejenige der Drehmomentmesswelle)
- Kupplungsbefestigung selbstzentrierend und entsprechend robust
- Drehzahlbereich
- Auswuchtung entsprechend dem Drehzahlbereich
- Fluchtung einstellbar

Je höher die Drehzahlen desto sorgfältiger muss die Auswahl der Kupplungen und deren Montage auf dem Antriebsstrang durchgeführt werden (Fluchtung und Auswuchtung). Ihr Magtrol-Vertreter berät Sie gern bei der Auswahl der optimal zu Ihrer Messwelle passenden Kupplungen.

BESTELLINFORMATIONEN

Bei der Bestellung bitte die gewünschte Drehmomentmesswelle gemäss nachstehendem Beispiel spezifizieren.

DREHMOMENTMESSWELLEN			
• Typ	TM 309-313	TM 300/01	1
	Glatte Wellenenden (309-313)		1
	Keilverzahnte Wellenenden (312-313)		2
• Typ	TMHS 309-313	TMHS 300/11	1
	Glatte Wellenenden (309-313)		1
	Keilverzahnte Wellenenden (312-313)		2
• Typ	TMB 309-313	TMB 300/431	



Systemkonfiguration mit PC
Drehmomentmesswelle mit Anzeigergerät Typ 3410 und Torque 1.0 Software

Drehmomentanzeigergeräte

Magtrol verfügt über zwei Drehmomentanzeigergeräte (typen 3410 und 6400) zur Speisung der TM-, TMB- und TMHS-Drehmomentaufnehmer und zur Anzeige von Drehmoment, Drehzahl und von der mechanischen Leistung. Merkmale :

- Drehmomenteinheiten standardmässig frei wählbar : metrisch, englisch und SI
- grosse Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige
- Integrierte Testfunktion
- Überlastschutz
- Tarierfunktion
- RS-232-Schnittstelle
- Drehmoment- und Drehzahlausgänge
- Menügesteuerte Kalibrierung
- Inkl. Magtrol Torque 1.0 Software

Das Anzeigergerät Typ 6400 zeichnet sich durch folgende, zusätzliche Eigenschaften aus :

- Pass/fail-Funktionen für Drehmoment/Drehzahl/Leistung
- RS-232- und IEEE-488-Schnittstellen
- Analoger Hilfeingang

Torque 1.0 Software

Die Magtrol Torque 1.0 Software ist ein bedienerfreundliches, unter Windows® laufendes Programm, welches automatisch Drehmoment-, Drehzahl- und Leistungsdaten erfasst, ausdrückt, graphisch darstellt und in einer Microsoft® Excel-Tabelle speichert. Dieses Programm verfügt über Standardfunktionen zur Erfassung von Spitzenwerten und Drehsinn sowie zur kombinierten, graphischen Darstellung der Messkurven.

ZUBEHÖR	TYP
Anschlusskabel für Drehmomentmesswelle (5/10/20 m)	ER 113/011

Änderungen der Spezifikationen, bedingt durch Weiterentwicklung und technischen Fortschritt, bleiben ausdrücklich vorbehalten.

1.2.3 TM 314 – TM 317

TM 314 – TM 317

Drehmomentmesswelle

MERKMALE

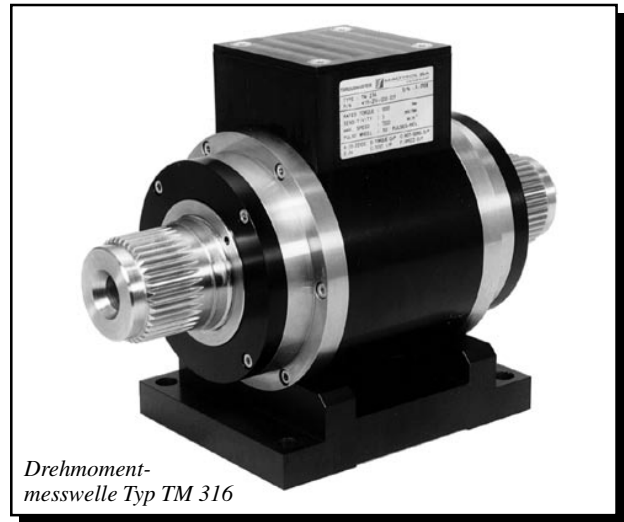
- Drehmomentmesswelle mit eingebautem Drehmoment- und Drehzahlsignalaufbereiter
- Drehmomentbereich : 1 000 Nm bis 10 000 Nm
- Genauigkeit : < 0,1% des Nenndrehmoments (ND) je nach Typ
- Überlastbarkeit : 200%
- Belastungsgrenze : 500% (TM 317 bis 350%)
- Drehzahlen bis 16 000 Umin⁻¹
- Berührungslose Messung (ohne Schleifringe)
- Keine rotierenden elektronischen Komponenten
- Hohe Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen
- Speisespannung : 20 bis 32 VDC
- Sofortige Drehzahlerfassung
- Einstellbarer Filter für Drehmomentsignal
- Integrierte Funktionsprüfung
- Messwelle aus rostfreiem Stahl
- EMV nach europäischen Normen

BESCHREIBUNG

Mit den Drehmomentmesswellen von Magtrol lassen sich sehr genaue Drehmoment- und Drehzahlmessungen in einem ausserordentlich weiten Bereich durchführen. Jede Messwelle besitzt ein integriertes, elektronisches Signalaufbereitungsmodul, welches ein Ausgangssignal von 0 bis ±10 VDC für das Drehmoment und einen Open Collector-Ausgang für die Drehzahl zur Verfügung stellt. Die Magtrol-Drehmomentaufnehmer haben sich dank dem hohen Überlastschutz, einer exzellenten Langzeitstabilität und einer Unempfindlichkeit gegen Signalrauschen als äusserst zuverlässige Geräte bewährt.

Für alle Aufnehmertypen wird die einzigartige, berührungslose Messtechnik mittels Transformators mit variabler Kopplung eingesetzt. Diese Technologie bietet eine Menge Vorteile und benötigt keinerlei rotierende elektrische oder elektronische Komponenten.

Damit der Kunde für seine spezifische Anwendung die Lösung mit dem besten Preis-/Leistungsverhältnis wählen kann, bietet Magtrol zwei verschiedene Modellreihen an : die TM-Reihe für hohe Genauigkeitsanforderungen und die TMHS-Reihe für sehr hohe Drehzahlen und hohe Genauigkeit.



Drehmomentmesswelle Typ TM 316

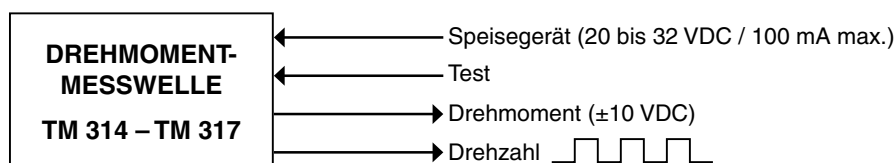
Der Aufnehmer setzt sich aus einer Messwelle aus rostfreiem Stahl mit glatten Wellenenden, einem eloxierten Aluminiumgehäuse mit den Führungslagern und dem Signalaufbereitungsmodul zusammen. Das Modul wird mit Gleichspannung gespeist und stellt ein Drehmoment-/Drehzahlsignal ohne zusätzlichen Verstärker zur Verfügung. Der Aufnehmer bildet für sich allein eine vollständige Messkette. Speisung und Signalaustausch erfolgen über einen 6-poligen, im Gehäuse montierten Stecker. Eine Gehäuseabstützung aus Aluminium gehört zum Lieferumfang.

EINSATZ

TM- und TMHS-Drehmomentmesswellen dienen der Messung von Drehmoment und Drehzahl bei :

- Propellern (Luftfahrt, Marine, Helikopter)
- Scheibenwischern, elektrischen Fensterhebern, Anlassern, Generatoren und Bremsen in der Automobilindustrie
- Pumpen (Wasser, Öl)
- Untersetzungs- und Schaltgetrieben
- Kupplungen
- motorisch angetriebenen Ventilen
- Bohrmaschinen, pneumatischen und anderen Maschinenwerkzeugen

BASISKONFIGURATION



Spezifikationen

TM 314 – TM 317

TECHNISCHE DATEN DER TYPEN

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle TM- und TMHS-Drehmomentmesswellen.

Typ	Wellenenden	Nenn Drehmoment	Drehsteifigkeit	Trägheitsmoment	Gewicht
		<i>Nm</i>	<i>Nm/rad</i>	<i>kgm²</i>	<i>kg</i>
314 / X21	keilverzahnt	1 000	$3,28 \times 10^5$	$3,01 \times 10^{-3}$	9,2
314 / X31	keile				9,9
315 / X21	keilverzahnt	2 000	$6,56 \times 10^5$	$3,30 \times 10^{-3}$	10,1
315 / X31	keile				10,8
316 / X21	keilverzahnt	5 000	$1,94 \times 10^6$	$9,95 \times 10^{-3}$	20,0
317 / X21	keilverzahnt	10 000	$2,26 \times 10^6$	$1,18 \times 10^{-2}$	22,3

TECHNISCHE DATEN DER SERIE

Die nachfolgenden technischen Daten gelten für alle Standard-Drehmomentmesswellen (314- bis 317-Typen).

Standard-Drehmomentaufnehmer	Typ	TM	TMHS
DREHMOMENTMESSUNG			
Nenn Drehmoment (ND)	314–317	0 bis ±100% des NDs	
Maximales dynamisches Drehmoment (Spitzenwert, Überlastbarkeit)	314–317	0 bis ±200% des NDs	
Maximales dynamisches Drehmoment, ohne Zerstörung (Belastungsgrenze)	314–316	0 bis ±500% des NDs	
	317	0 bis ±350% des NDs	
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) bis 100% des NDs	314–316	< ±0,1% des NDs	
	317	< ±0,15% des NDs	
Kombinierter Fehler (Linearität und Hysterese) von 100 bis 200% des NDs	314–316	< ±0,1% des Messwerts	
	317	< ±0,15% des Messwerts	
Temperatureinfluss auf Nullpunkt und Empfindlichkeit : • im kompensierten Bereich +10 °C bis +60 °C • im kompensierten Bereich -25 °C bis +80 °C	314–317	< ±0,1% des NDs/10K < ±0,2% des NDs/10K	
Drehzahleinfluss auf das Drehmomentsignal im unbelasteten Zustand	314–317	< ±0,01% des NDs/1000 Umin ⁻¹	
Langzeitstabilität der Empfindlichkeit	314–317	< ±0,05% des NDs/Jahr	
DREHZAHLMESSUNG			
Nenn Drehzahlbereich	314–315	1 bis 7000 Umin ⁻¹	1 bis 16000 Umin ⁻¹
	316–317	1 bis 5000 Umin ⁻¹	1 bis 12000 Umin ⁻¹
Anzahl Zähne	314–317	60 Z	
Erfassung der Minimaldrehzahl	314–317	1 Umin ⁻¹	
UMGEBUNG			
Lagerungstemperaturbereich	314–317	-40 °C bis +100 °C	
Betriebstemperaturbereich	314–317	-40 °C bis +85 °C	
Schockbelastung	314–317	entsprechend IEC 68.2.2 / Klasse D3	
Vibrationsbelastung	314–317	entsprechend IEC 68.2.6 / Klasse D3	
Schutzklasse	314–317	IP 44	
MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN			
Wellenenden	314–315	keile oder keilverzahnt	
	316–317	keilverzahnt	
Auswuchtungsgüte	314–317	G1 entsprechend ISO 1940	
Gehäuseabstützung	314–317	im Lieferumfang inbegriffen	
EIN-/AUSGANGSSIGNALE			
Speisung (max. Spannung / Strom)	314–317	20 bis 32 VDC / 100 mA	
Drehmomentausgang (Nennwert / Maximalwert)	314–317	±5 / ±10 VDC	
Filtergrenzfrequenz	314–317	5000, 2500, 1000, 500, 200, 100, 40, 20, 10, 5, 2, 1 Hz	
Drehzahlausgang (Frequenz)	314–317	Open Collector (15 Ω in Serie), max. 30 VDC, kurzschlussicher	
STECKVERBINDER			
Gegenstecker	314–317	als Option lieferbar (P/N 957.11.08.0081)	

Dimensionen

TM 314 – TM 317

FUNKTIONSPRINZIPIEN

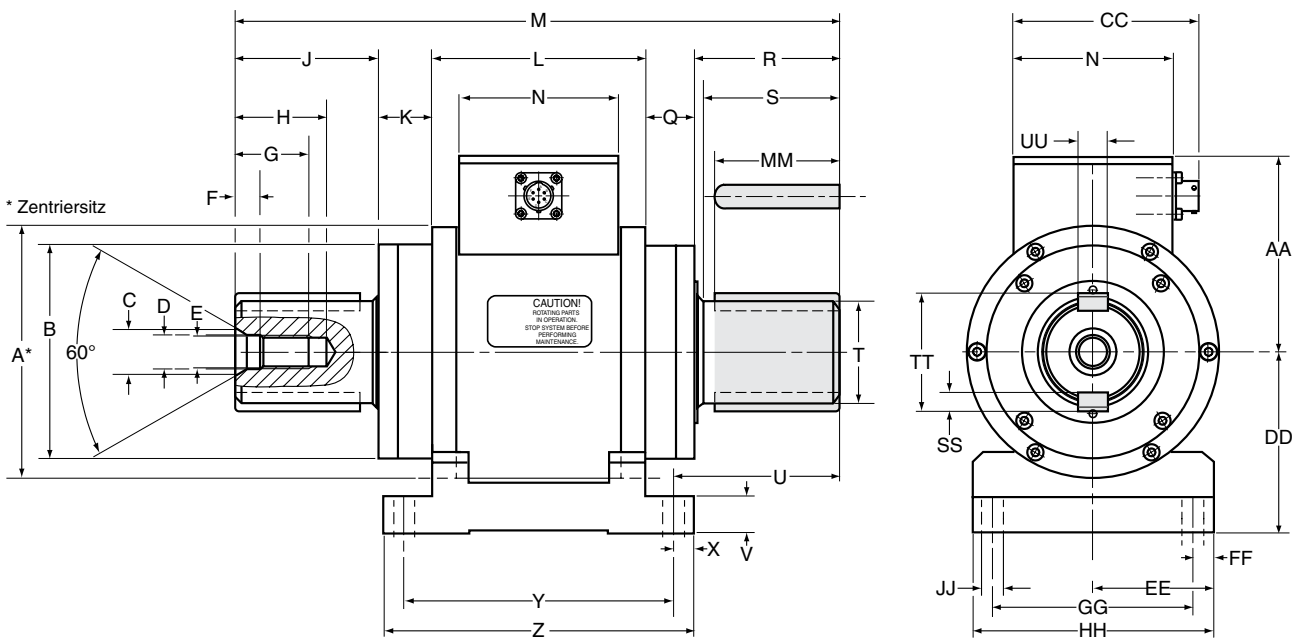
Das Messsystem arbeitet nach dem Prinzip eines Transformators mit variabler, drehmomentabhängiger Kopplung. Es setzt sich aus zwei beiderseits des Wellenmessabschnitts an der Welle befestigten, konzentrischen Aluminiumtrommeln und zwei konzentrischen, am Messwellengehäuse angebrachten Spulen zusammen.

Beide Trommeln besitzen kreisförmig an ihrem Umfang angeordnete Reihen von gleichförmigen Schlitzen und rotieren zusammen mit der Welle im Innern der Spulen. Die Primärspulen werden mit 20 kHz-Wechselstrom angeregt. Im unbelasteten Zustand überlappen sich die Schlitze der Zylinder nicht. Die Trommeln schirmen die Sekundärspule von der Primärspule ab. Es wird keine Spannung in die Sekundärspule induziert. Eine Belastung der Messwelle hingegen bewirkt eine

Winkeldeformation im Wellenmessabschnitt durch eine graduelle Überlappung der Schlitze. Eine drehmomentproportionale Wechselspannung wird in die Sekundärspule induziert. Diese wird dann durch die Signalaufbereiterschaltung in eine 0 bis ±5 V Gleichspannung umgewandelt. Ein von 5 kHz bis 1 Hz einstellbarer Butterworth-Tiefpassfilter zweiter Ordnung ermöglicht eine entsprechende Filtrierung des Drehmomentsignals.

Ein optischer Sensor liest auf einer Verzahnung, die sich direkt auf dem Messsystem befindet, die Geschwindigkeit ab. Das Ausgangssignal erfolgt in Form einer Frequenz, die direkt proportional zur Umdrehungszahl der Achse ist. Ein Schaltkreis kompensiert die Temperaturdrift von Nullpunkt und Empfindlichkeit innerhalb einer Toleranz von 0,1% / 10 K.

TM- & TMHS-DREHMOMENTMESSWELLEN : MIT ACHSE MIT KEILBAHN



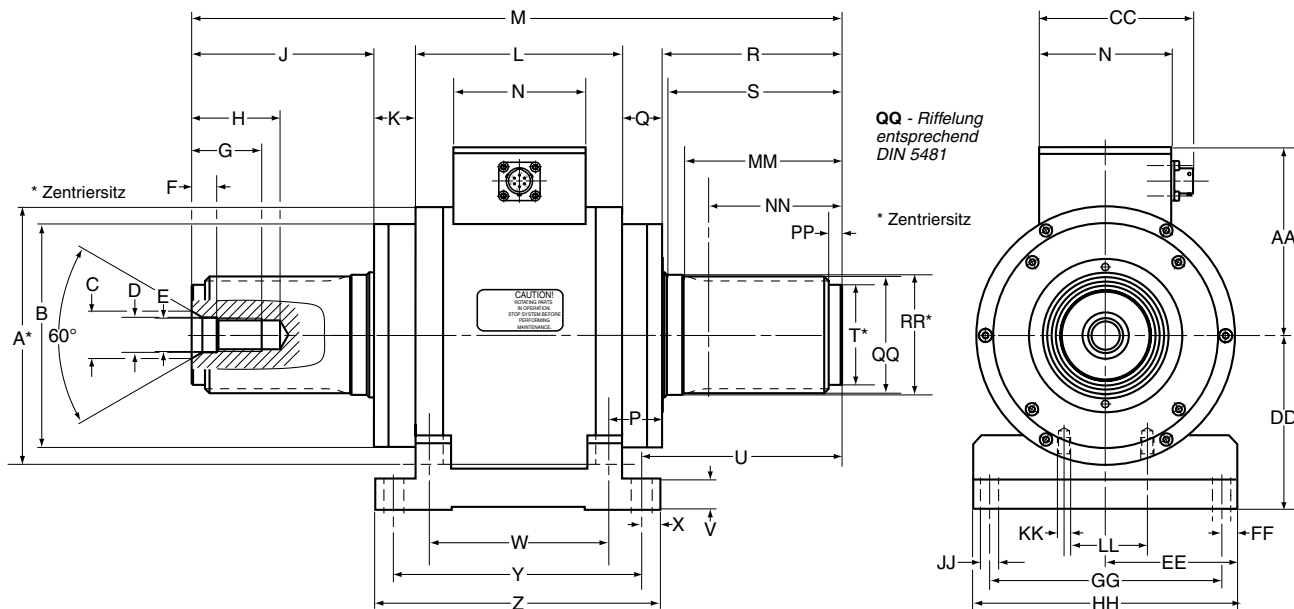
Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Q	R	S	Ø T	U
314/X31	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	67,7	26,8	106	294	80	25	68,5	65	50h6	79,5
315/X31	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	87,7	26,8	106	334	80	25	88,5	85	50h6	99,5

Typ	V	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	MM	SS	TT	UU
314/X31	18	10	134	154	98	93	90 ^(0/-0,05)	60 ±0,025	10	100	120 ±0,05	11	60,0	9h11	57	14h9
315/X31	18	10	134	154	98	93	90 ^(0/-0,05)	60 ±0,025	10	100	120 ±0,05	11	59,7	9h11	57	14h9

Dimensionen

TM 314 – TM 317

TM- & TMHS-DREHMOMENTMESSWELLEN : KEILVERZAHNTEN WELLENENDEN



Typ	Ø A	Ø B	Ø C	Ø D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	Ø T	U	V
314/X21	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	50,7	26,8	106	260	80	32	25	51,5	48	44h6	62,5	18
315/X21	125g6	106	23	17	M16	12	36	45	70,7	26,8	106	300	80	32	25	71,5	68	44h6	82,5	18
316/X21	155g6	135	28,4	21	M20	15	42	53	82,7	25,8	124	340	80	33	24	83,5	80	55h6	94,5	18
317/X21	155g6	135	28,4	21	M20	15	42	53	107,7	25,8	124	390	80	33	24	108,5	105	60h6	119,5	18

Typ	W	X	Y	Z	AA	CC	DD	EE	FF	GG	HH	Ø JJ	KK	LL	MM	NN	PP	QQ	Ø RR
314/X21	92	10	134	154	98	93	90 ($\frac{0}{-0,05}$)	60 ±0,025	10	100	120 ±0,05	11	M8×10	36	42	28	8	45×50	52h6
315/X21	92	10	134	154	98	93	90 ($\frac{0}{-0,05}$)	60 ±0,025	10	100	120 ±0,05	11	M8×10	36	62	48	8	45×50	52h6
316/X21	106	10	150	170	113,5	93	105 ($\frac{0}{-0,05}$)	80 ±0,025	10	140	160 ±0,05	11	M8×10	50	70	50	8	60×65	70h6
317/X21	106	10	150	170	113,5	93	105 ($\frac{0}{-0,05}$)	80 ±0,025	10	140	160 ±0,05	11	M8×10	50	95	80	8	65×70	72h6

OPTIONEN

Kupplungsflansche

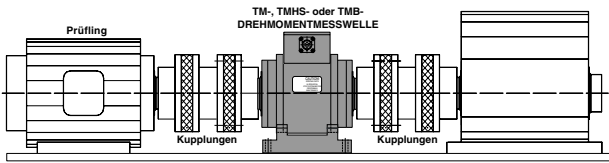
Drehmomentaufnehmer mit keilverzahnten Wellenenden sind als Option mit Kupplungsflanschen lieferbar (Zeichnung auf Wunsch erhältlich).

Beschreibung	Typ	P/N
Flansch für Typ 214/X21	FTM 214	415-214-960-011
Flansch für Typ 215/X21	FTM 215	415-215-960-011
Flansch für Typ 216/X21	FTM 216	415-216-960-011
Flansch für Typ 217/X21	FTM 217	415-217-960-011

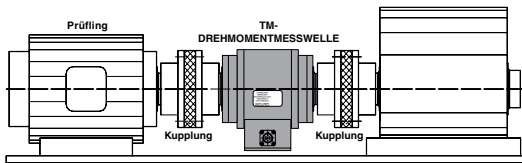
Bestellinformationen

TM 314 – TM 317

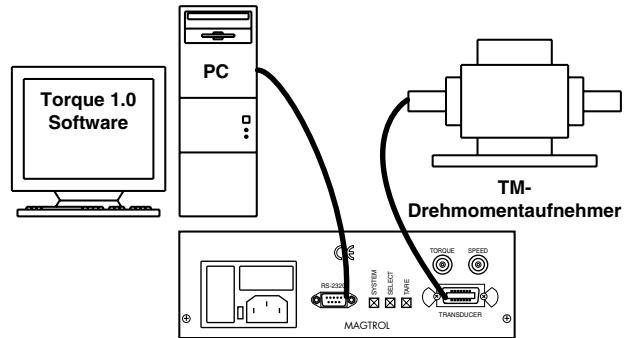
SYSTEMOPTIONEN UND ZUBEHÖR



Drehmomentmesswelle auf Konsole
(notwendig bei Prüfbänken für hohe Drehzahlen)



Drehmomentmesswelle hängend
(nur bei niedrigen Drehzahlen, einteilige Kupplungen verwenden zwecks Verkürzung des Antriebsstrangs)



Systemkonfiguration mit PC
Drehmomentmesswelle mit Anzeigegerät Typ 3410 und Torque 1.0 Software

Kupplungen

Zur Montage der Magtrol Drehmomentmesswellen der TM-, TMB- und TMHS-Reihe ist die paarweise Verwendung von Miniaturkupplungen ideal. Bei tiefen Drehzahlen können auch einteilige Kupplungen eingesetzt werden. Solche Kupplungen werden von vielen Herstellern, sowohl für den hängenden wie auch für den Einbau mit einer Konsole, angeboten. Die folgenden Kriterien sollten zur Wahl der optimalen Kupplung beachtet werden:

- Hohe Drehsteifigkeit (die Drehsteifigkeit der Kupplung sollte mindestens dreimal höher sein wie diejenige der Drehmomentmesswelle)
- Kupplungsbefestigung selbstzentrierend und entsprechend robust
- Drehzahlbereich
- Auswuchtung entsprechend dem Drehzahlbereich
- Fluchtung einstellbar

Je höher die Drehzahlen desto sorgfältiger muss die Auswahl der Kupplungen und deren Montage auf dem Antriebsstrang durchgeführt werden (Fluchtung und Auswuchtung). Ihr Magtrol-Vertreter berät Sie gern bei der Auswahl der optimal zu Ihrer Messwelle passenden Kupplungen.

BESTELLINFORMATIONEN

Bei der Bestellung bitte die gewünschte Drehmomentmesswelle gemäss nachstehendem Beispiel spezifizieren.

DREHMOMENTMESSWELLEN			
• Typ	TM 314 – 317	TM 3	0/1
	Keilverzahnte Wellenenden (314–317)	2	
	Achse mit Keilbahn (314–315)	3	
• Typ	TMHS 314 – 317	TMHS 3	1/1
	Keilverzahnte Wellenenden (314–317)	2	
	Achse mit Keilbahn (314–315)	3	

Drehmomentanzeigergeräte

Magtrol verfügt über zwei Drehmomentanzeigergeräte (typen 3410 und 6400) zur Speisung der TM-, TMB- und TMHS-Drehmomentaufnehmer und zur Anzeige von Drehmoment, Drehzahl und von der mechanischen Leistung. Merkmale :

- Drehmomenteinheiten standardmässig frei wählbar : metrisch, englisch und SI
- grosse Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige
- Integrierte Testfunktion
- Überlastschutz
- Tarierfunktion
- RS-232-Schnittstelle
- Drehmoment- und Drehzahlausgänge
- Menügesteuerte Kalibrierung
- Inkl. Magtrol Torque 1.0 Software

Das Anzeigegerät Typ 6400 zeichnet sich durch folgende, zusätzliche Eigenschaften aus :

- Pass/fail-Funktionen für Drehmoment/Drehzahl/Leistung
- RS-232- und IEEE-488-Schnittstellen
- Analoger Hilfseingang

Torque 1.0 Software

Die Magtrol Torque 1.0 Software ist ein bedienerfreundliches, unter Windows® laufendes Programm, welches automatisch Drehmoment-, Drehzahl- und Leistungsdaten erfasst, ausdruckt, graphisch darstellt und in einer Microsoft® Excel-Tabelle speichert. Dieses Programm verfügt über Standardfunktionen zur Erfassung von Spitzenwerten und Drehsinn sowie zur kombinierten, graphischen Darstellung der Messkurven.

ZUBEHÖR	TYP
Anschlusskabel für Drehmomentmesswelle (5/10/20 m)	ER 113/011

Änderungen der Spezifikationen, bedingt durch Weiterentwicklung und technischen Fortschritt, bleiben ausdrücklich vorbehalten.

2. Installation / Konfiguration

2.1 MONTAGEARTEN

Die TM-Drehmomentmesswellen sind hauptsächlich als Präzisionsmessgeräte und nicht als Drehmomentübertragungselemente zu betrachten. Die Wahl der Kupplungsflansche und ihre Fluchtung mit der Drehmomentmesswelle üben einen wesentlichen Einfluss sowohl auf die Messgenauigkeit, als auch auf die Lebensdauer der Messwelle und insbesondere auf die Lager der Kupplungen aus.

Drehmomentmesswellen können auf zwei verschiedene Arten montiert werden: fliegend oder sockelgestützt.

2.1.1 FLIEGENDE MONTAGE

Die Messwelle sowie das TM-Gehäuse sind wie auf *Bild 2-1* fliegend mittels zweier Kupplungen an die Antriebswelle angeflanscht. In dieser Konfiguration kommt es zu keinem statisch überbestimmten System, da die Kupplungen einen einzigen Freiheitsgrad besitzen.

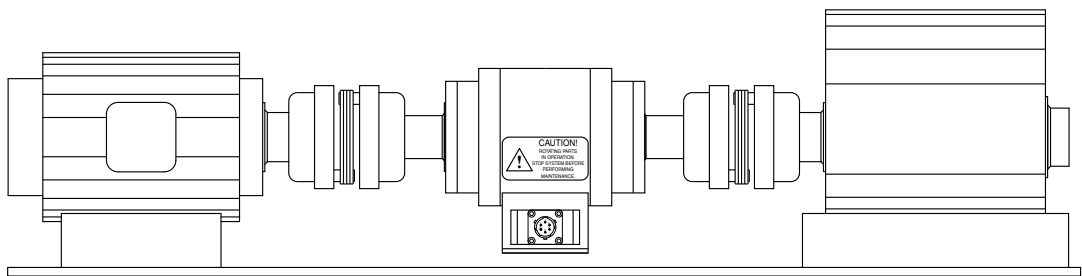


Bild 2-1 Fliegende Montage

2.1.1.1 Vorteile

- Dank der Verwendung ein- statt zweiteiliger Kupplungen ergibt sich eine kostengünstigere Lösung.
- Die Antriebswelle ist kürzer und führt zu höheren Torsionsresonanzfrequenzen als mit zweiteiligen Kupplungen.

2.1.1.2 Nachteile

- Das Radialspiel nimmt zu, da die Messwelle nicht direkt mit der Prüfbank verbunden ist. Dadurch ergibt sich eine geringere kritische Drehzahl als bei der sockelgestützten Montage.



Merke: Die geringeren Lagerreibungsmomente sowie das Gewicht des in der Messwelle integrierten Elektronikgehäuses führen dazu, dass einzig die Antriebswelle vom rotierenden System angetrieben wird.

2.1.2 SOCKELGESTÜTZTE MONTAGE

Die Messwelle wird vom Gehäuse der Drehmomentmesswelle unterstützt. Dieses Gehäuse ist auf einem Sockel aufgebaut, welcher mit der Prüfbank verschraubt ist (siehe *Bild 2–2*). In dieser Konfiguration sind Kupplungen mit zwei Freiheitsgraden einzusetzen, ansonsten es zu einem statisch überbestimmten System kommt.

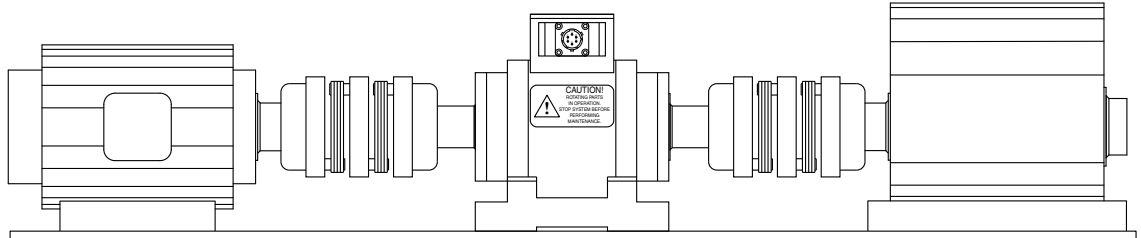


Bild 2–2 Sockelgestützte Montage

2.1.2.1 Vorteile

- Die kritische Drehzahl ist höher, da die Messwelle weniger auf Biegung beansprucht wird.

2.1.2.2 Nachteile

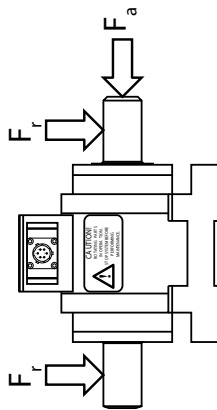
- Die Prüfbank wird länger, da zweiteilige Kupplungen eingesetzt werden müssen.
- Die Lösung mit zweiteiligen Kupplungen ist kostenintensiver als diejenige mit einteiligen Kupplungen.



Merke : Die sockelgestützte Montage drängt sich immer dann auf, wenn mit grösseren Ausrichtfehlern zwischen den Prüfbankkomponenten und höheren Drehzahlen zu rechnen ist.

Magtrol verfügt über ein breites Angebot an Kupplungen für TM-Messwellen. Speziell leistungsfähige Lösungen können durch direktes Anflanschen der keilverzahnten TM-Welle realisiert werden.

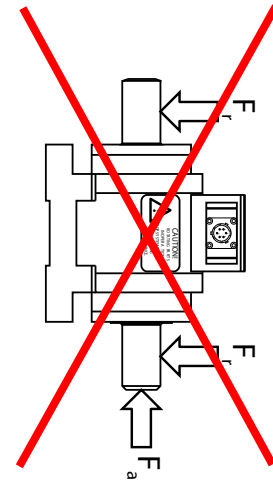
2.1.3 TM / TMB BEI VERTIKALER INSTALLATION:



Korrekt!

Die Elektronik und der Stecker befinden sich links von der Welle wenn wir auf den Stecker schauen!

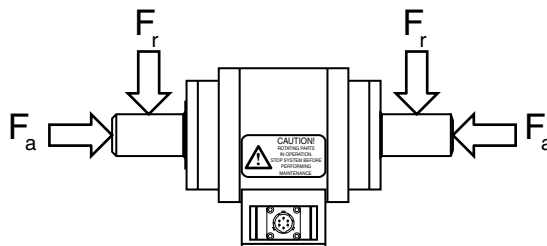
Vorsicht: Beachten Sie die in der Bedienungsleitung aufgeführte maximale Kraft F_a !



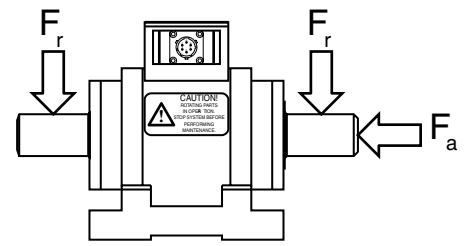
Falsch!

2.2 STÖRKÄRFTE

Erfolgt die Montage der Drehmomentmesswelle nicht fachgerecht, können Störkräfte auf die Drehmomentmesswelle einwirken. Die treten hauptsächlich in zwei Richtungen auf: radial und axial. Sie werden wie auf *Bild 2–3* dargestellt, mit F_r und F_a bezeichnet.



Fliegende Montage



Sockelgestützte Montage

Bild 2–3 Störkräfte

2.2.1 RADIALKRÄFTE (BIEGUNG)

Radialkräfte bewirken ein Biegemoment in der Messwelle mit entsprechender Verschiebung des Achsschwerpunktes. Daraus resultiert eine Unwucht, welche die Achse mit einer wellendrehzahlabhängigen Frequenz belastet. Die Auswirkungen der Unwucht machen sich speziell bei hohen Drehzahlen bemerkbar.



ACHTUNG : IM EXTREMFALL KÖNNEN RADIALKRÄFTE DAUERHAFTHE VERFORMUNGEN DER DREHMOMENTMESSWELLE BEWIRKEN, WELCHE ZU VERFÄLSCHTEN MESSERGEBNISSEN FÜHREN.

Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Radialkräfte F_r , welche maximal auf die TMB-, TM- und TMHS-Drehmomentmesswellen bei fliegender und sockelgestützter Montage einwirken dürfen.

Typ	F_r max. bei fliegender Montage	F_r max. bei sockelgestützter Montage	
		TM / TMB (wenn verfügbar)	TMHS
	<i>N</i>	<i>N</i>	<i>N</i>
TM 301	*	8	<i>besteht nicht</i>
TM 302	*	16	<i>besteht nicht</i>
TM 303	*	25	25
TM 304	20	50	50
TM 305	40	80	80
TM 306	70	120	120
TM 307	60	150	150
TM 308	80	160	120
TM 309	80	160	120
TM 310	120	300	280
TM 311	200	410	280
TM 312	300	570	420
TM 313	500	550	410
TM 314	800	900	680
TM 315	1100	850	640
TM 316	2200	1 460	1 090
TM 317	2200	1 300	980

** Fliegender Montage für diese Modelle wird nicht empfohlen.*

2.2.2 AXIALKRÄFTE (KOMPRESSION)

Bei sockelgestützten Montagen üben reine axiale Kompressionskräfte (auf *Bild 2–3* mit F_a bezeichnet) praktisch keinen Einfluss auf die Messergebnisse, da sie keine nennenswerte Verformung der Messwelle bewirken, welche die Messung beeinträchtigen könnte.

Sockelgestützte Montagen belasten durch axiale Kompression die Lager, was zu vorzeitigem und erhöhtem Restdrehmoment führt. Daraus folgt, dass die auf die Drehmomentmesswelle einwirkende annehmbare axiale Belastung bei sockelgestützten Montage tiefer ist als bei fliegender Montage.



Merke: Die simultane Einwirkung von Axial- und Radialkräften auf die Drehmomentmesswelle ist insbesondere bei sockelgestützter Montage zu vermeiden.

Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Axialkräfte F_a , welche bei fliegender und sockelgestützter Montage maximal auf die TMB-, TM- und TMHS-Drehmomentmesswellen einwirken dürfen.

Typ	F_a max. bei fliegender Montage	F_a max. bei sockelgestützter Montage
	N	N
TM 301	600	35
TM 302	600	35
TM 303	1 000	35
TM 304	1 100	100
TM 305	1 500	100
TM 306	2 500	100
TM 307	3 500	100
TM 308	4 000	100
TM 309	4 500	120
TM 310	6 000	120
TM 311	10 000	120
TM 312	20 000	150
TM 313	30 000	150
TM 314	60 000	200
TM 315	80 000	200
TM 316	150 000	200
TM 317	150 000	200

2.3 MESSWELLENSCHWINGUNGEN

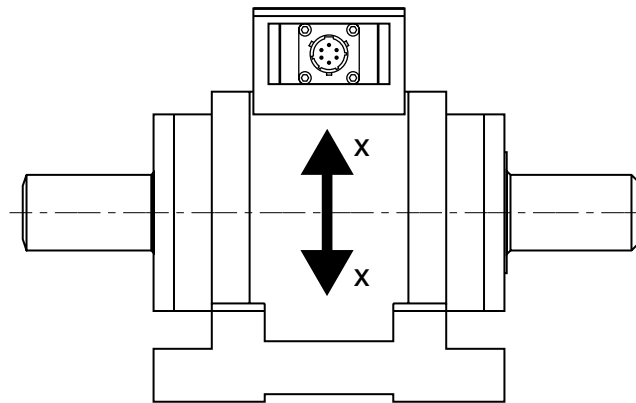
Eine hauptsächlich radiale Fehlausrichtung des Wellenstranges hat einen periodischen radialen Versatz der Messwelle zur Folge. Dies führt zu vibrierenden Messwellen und zu Störsignalen, welche sich dem eigentlichen Drehmomentmesssignal überlagern.

2.3.1 ZULÄSSIGE MESSWELLENSCHWINGUNGEN

Der periodische Versatz der Messwelle verursacht Schwingungen, welche sich entweder als Geschwindigkeit (in m/s) oder als Beschleunigung (in m/s^2 oder in g) messen, dies abhängig von der Radialbewegung und der Drehzahl. Mit den unter *Bild 2–4* angegebenen Formeln können Geschwindigkeit und Drehzahl berechnet werden.



Merke: Gewöhnlich wird g als Mass der Beschleunigung verwendet. Es entspricht der Erdbeschleunigung von $9,81 m/s^2$, welche oft auf $10 m/s^2$ aufgerundet wird.



$$\text{Geschwindigkeit : } v = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot x \text{ [m/s]}$$

$$\text{Beschleunigung : } a = 4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot x \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Bild 2–4 Radialer Versatz

In diesem Bild entspricht "x" dem Radialweg in m und "n" der Drehzahl in s^{-1} .

Die Schwingungsbeschleunigung wird in *Bild 2–5* in graphischer Form illustriert.

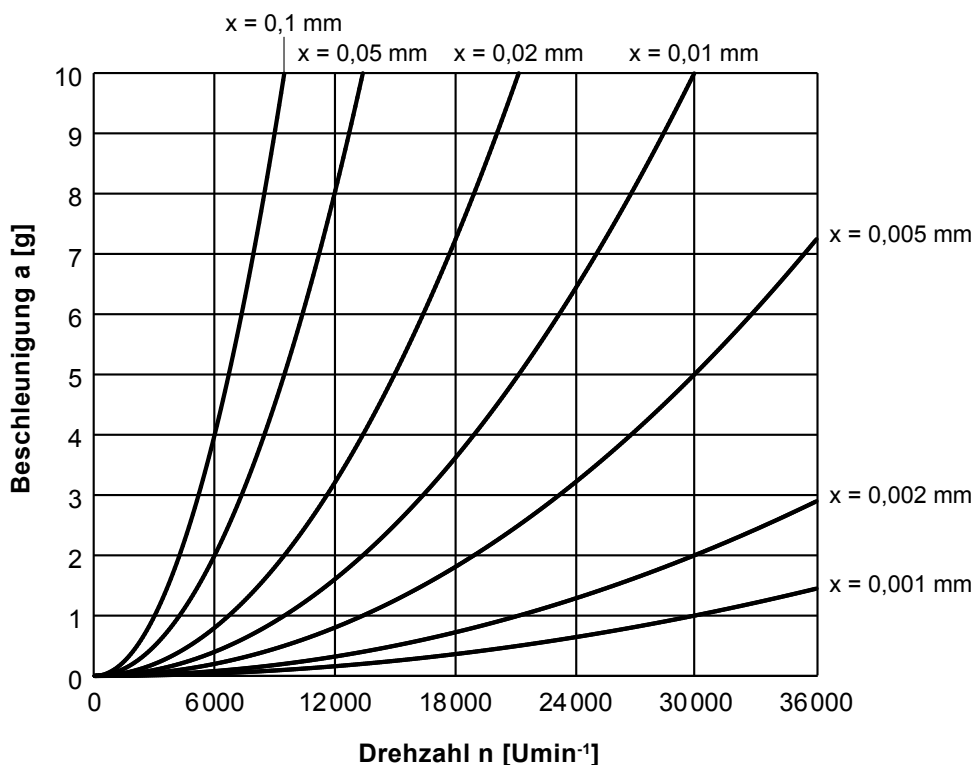


Bild 2-5 Wellenschwingung als Funktion des radialen Versatzes "x" und der Drehzahl "n"

Prüfbedingungen der Magtrol TM-Drehmomentmesswellen:

2.3.1.1 Stochastische Schwingungen

- Spektrale Leistungsdichte von 0,05 g²/Hz zwischen 20 und 500 Hz.
- Schwingungen während 90 Minuten auf jeder der drei Achsen (x, y, z) appliziert.

2.3.1.2 Sinusförmige Schwingungen

- Abtastung von 10 bis 500 Hz, bei 1 Oktave pro Minute.
- Von 10 bis 60 Hz : Amplitude 0,35 mm Spitze-zu-Spitze.
- Von 60 bis 500 Hz : Amplitude 5 g Spitze-zu-Spitze.
- Zyklus: 90 Minuten in allen drei Achsen (x, y, z).



Merke: Es ist sicherzustellen, dass die gemäss 2.3.1.2–Sinusförmige Schwingungen definierten Beschleunigungswerte im praktischen Einsatz nicht überschritten werden.

2.3.2 SIGNALVERARBEITENDE ELEKTRONIK (DREHMOMENTSIGNAL)

Die Drehmomentmesswelle ist mit einer Elektronik zur Verarbeitung des Messsignales ausgestattet. Die Signalverarbeitung basiert auf einem System mit Trägerfrequenz und Synchrondemodulator sowie auf einem Butterworth-Tiefpassfilter zweiter Ordnung, dessen Grenzfrequenz mittels der Mikroschalter SW1 bis SW12 einstellbar ist. Dazu muss der Elektronikgehäusedeckel der Drehmomentmesswelle (siehe *Bild 2–6*) entfernt werden. Nähere Einstellangaben sind auf der Rückseite des Gehäusedeckels zu finden.

Eine genaue Nullpunkteinstellung der Drehmomentmesswelle kann manchmal von Interesse sein. Dazu braucht man das Offset-Einstellpotentiometer, wobei der Mikroschalter SW12 vorerst auf ON gesetzt werden muss. Mit diesem Potentiometer kann der Nullpunkt um $\pm 10\%$ des Skalenendwerts, also um ± 0.5 V verschoben werden. Steht der Mikroschalter SW12 auf OFF, werden die Werkseinstellungen übernommen.



Merke: Dem Mikroschalter SW11 ist keine Funktion zugeordnet.

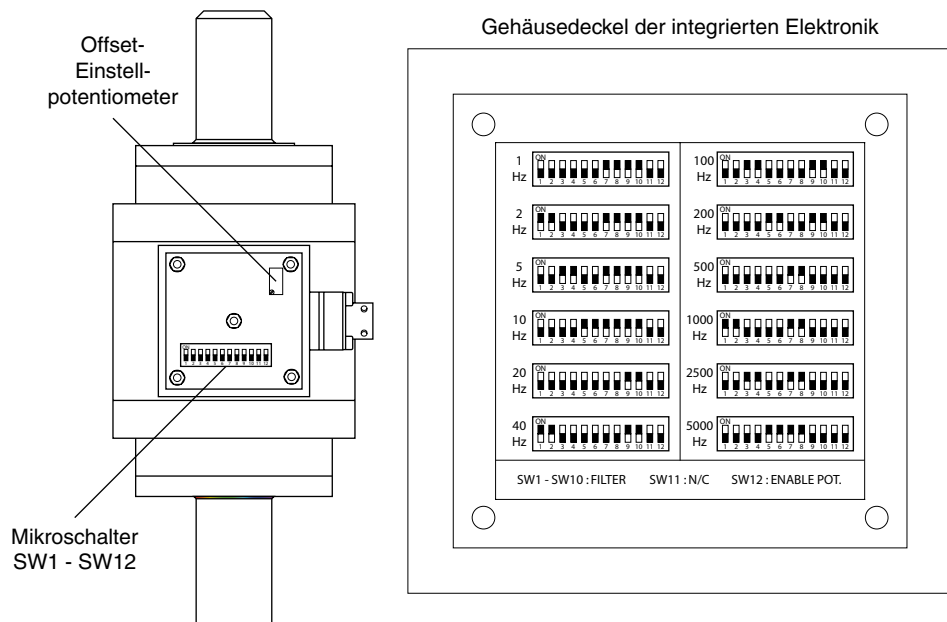


Bild 2–6 Mikroschalter SW1 bis SW12 und Offset-Einstellpotentiometer

2.4 MONTAGEGRENZEN

Bei statischen Messungen kann über das Nenndrehmoment hinweg bis zum Grenzdrehmoment, bei welchem plastische Verformungen auftreten, gemessen werden. Dabei muss aber jegliche Störlast, wie axiale Kräfte, Scher- oder Biegekräfte vermieden werden.

2.4.1 DYNAMISCHE DREHMOMENTE

Der Unterschied zwischen statischen und dynamischen Messungen liegt in der zeitabhängigen Entwicklung des Drehmoments. Bleibt ein Drehmoment sozusagen unverändert, so spricht man von einer statischen Messung. Ist dies nicht der Fall, handelt es sich um eine dynamische Messung. Als Beispiel einer dynamischen Untersuchung kann die Ermittlung der Haftreibungswerte bei Kopplungen und Entkopplungen genannt werden. Die TM-Drehmomentmesswellen können ohne jegliche Neukalibrierung sowohl statische als auch dynamische Messungen durchführen.

2.4.2 BERECHNUNG DER EIGENFREQUENZ EINES ANTRIEBSSTRANGES

Vorgängig zur eigentlichen Messung des dynamischen Drehmoments muss die Eigenfrequenz der Torsionsschwingungen des Antriebsstranges rechnerisch ermittelt werden. Dadurch können einerseits der Systemfrequenzgang bestimmt und andererseits möglichen Systembeschädigungen vorgebeugt werden. Allerdings stellt in diesem System die Deformationszone der Messwelle das schwächste Glied der Messkette dar. Mit den rotierenden Massen stellt sie eine Einheit dar, welche Torsionsschwingungen ausgesetzt ist.

In der Praxis können recht komplexe Zustände auftreten, welche aufwändige Berechnungen verlangen. Dies ist zum Beispiel der Fall bei einem physikalischen Modell, wo der Wellenstrang als Aneinanderreihung mehrerer Torsionsfedern mit zwischengeschalteten Trägheitsmassen betrachtet werden kann. Ausführlichere Angaben über das Thema des dynamischen Verhaltens von Systemen ist den Veröffentlichungen über Strukturenmechanik zu entnehmen. Allerdings ist es oft möglich, den Antriebsstrang wie auf *Bild 2-7* gezeigt vereinfachend darzustellen:

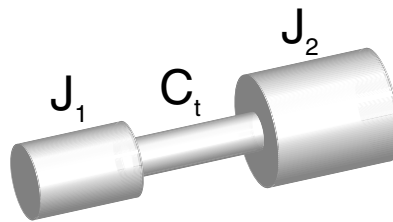


Bild 2-7 Vereinfachtes Messwellenmodell

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{C_t \frac{J_1 + J_2}{J_1 \cdot J_2}}$$

Mit: f_0 Eigenfrequenz [Hz]

C_t Torsionssteifigkeit [Nm/rad]

J_1 Trägheitsmoment (antreibendes Element + Kupplung + ½ Messwelle) [kg·m²]

J_2 Trägheitsmoment (angetriebenes Element + Kupplung + ½ Messwelle) [kg·m²]



Merke : Die Eigenfrequenz eines Antriebsstranges sinkt bei Zuschalten eines Drehmomentmessgeräts. Die Eigenfrequenz des Systems muss somit zur Bestimmung des Messgeräteeinflusses neu berechnet werden.

Die Verformungszone der Messwelle wird einzig durch die Torsionsfeder dargestellt. Die Torsionsteifigkeitswerte C_t sind in den Datenblättern zu finden. J_1 und J_2 stellen beide Trägheitsmomente dar, herrührend von den beidseitigen Verformungszone. Diese lassen sich durch Addieren der Trägheitsmomente der einzelnen Elemente berechnen. Das Trägheitsmoment der Drehmomentmesswelle lässt sich aus den Datenblättern entnehmen. Weiter müssen die Trägheitsmomente der Kupplungen, der antreibenden sowie der angetriebenen Elemente bei deren Lieferanten ausfindig gemacht werden.

Die Eigenfrequenz f_0 der Torsionsschwingung bestimmt das Verhalten des Drehmomentmesssystems und gibt an, ob schnell eintretende Änderungen die Messkette beeinflussen können oder ob das Drehmoment durch das dynamische Verhalten des Wellenstranges verstärkt oder gedämpft werden kann. Das *Bild 2–8* illustriert die Transferkurve für verschiedene Gütefaktoren Q , welche vom Dämpfungsfaktor des Torsionssystems abhängen. Der Graph zeigt den Faktor an, durch welchen das Drehmoment in Abhängigkeit der Torsionsfrequenz verstärkt wird.

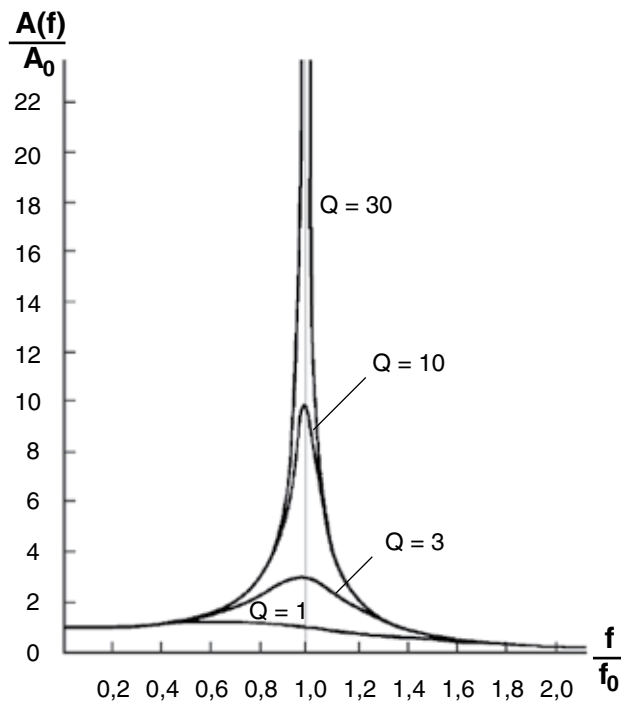


Bild 2–8 Graphische Darstellung des Frequenzganges



Merke: In der Praxis sollte das System so konfiguriert werden, dass man sich nicht seiner Eigenfrequenz nähern muss. Die Transferfunktion soll wenn möglich den Wert 1 annehmen. Aus diesem Grund muss die Frequenz der Torsionsschwingung des Wellenstranges unterhalb von $\sim 0,5 f_0$ liegen.

2.4.3 TORSIONSEIGENFREQUENZ DER MESSWELLE

Die Torsionseigenfrequenz der Messwelle entspricht derjenigen Frequenz, bei welcher eine Torsionsresonanz auftreten kann. Die nachfolgende Tabelle gibt Auskunft über die Eigenfrequenzen der TM-Drehmomentmesswellen.

Typ	Torsionseigenfrequenz
	<i>in Hz</i>
TM 301	*
TM 302	171
TM 303	255
TM 304	355
TM 305	476
TM 306	665
TM 307	903
TM 308	1 058
TM 309	613
TM 310	879
TM 311	1 096
TM 312	1 168
TM 312/021	1 150
TM 313	1 405
TM 313/021	1 338
TM 314	1 227
TM 314/021	1 269
TM 315	1 302
TM 315/021	1 334
TM 316	1 219
TM 317	1 212

** Werte noch nicht verfügbar.*



Merke: Alle TMB-, TM- und TMHS-Ausführungen sind mit derselben Messwelle ausgerüstet.

2.4.4 MAXIMALE DYNAMISCHE AMPLITUDE

Der Spitze-zu-Spitze-Wert der dynamischen Amplitude muss maximal $\pm 200\%$ des Nenndrehmomentes der TM-Messwelle betragen. Dieser Wert muss sogar bei Wechselbelastung berücksichtigt werden. Wie es das *Bild 2-9* zeigt, muss diese Amplitude innerhalb des Bereichs $-200\% M_{\text{Nenn}}$ und $+200\% M_{\text{Nenn}}$ liegen.

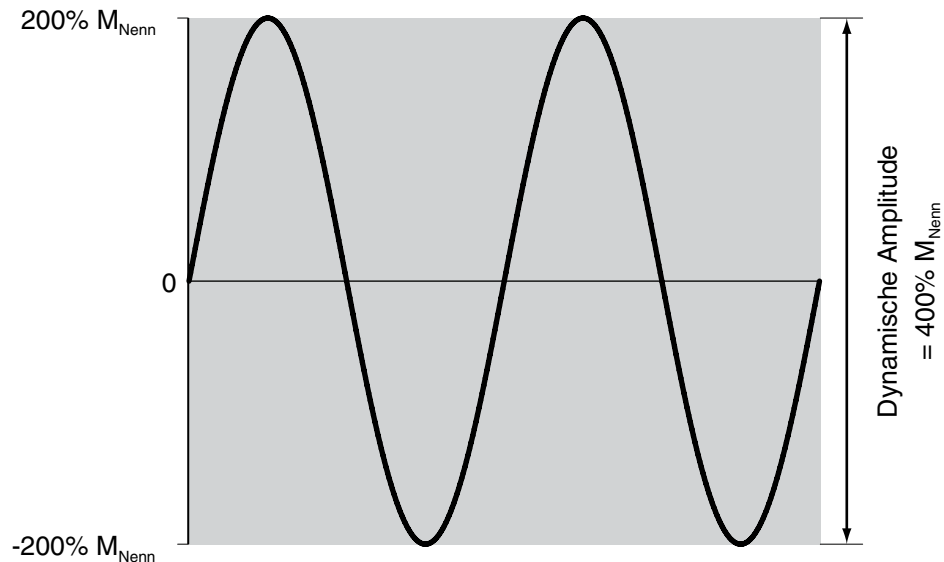


Bild 2-9 Zulässige dynamische Last

2.5 SICHERHEITSMASSNAHMEN

Die Minimierung der Risiken geht einher mit der Befolgung der allgemein gültigen Sicherheitsvorschriften. Diese sind während der Entwicklung, dem Bau und dem Betrieb der Messwellen strikte zu berücksichtigen.

2.5.1 UNFALLVERHÜTUNGSMASSNAHMEN

Zur Verhütung von Unfällen werden die Antriebsstränge mit Schutzvorrichtungen ausgerüstet. Diese sollen folgende Bedingungen erfüllen:

- Schutzvorrichtungen sollen wenn möglich nicht an rotierende Prüfbankteile befestigt werden.
- Schutzvorrichtungen sind genügend weit von rotierenden Prüfbankteilen aufzustellen.
- Schutzvorrichtungen sollen jeglichen Zugang zu beweglichen Prüfbankteilen verhindern.
- Schutzvorrichtungen sollen Prüfbankteile abdecken, welche Quetsch- oder Schnittwunden verursachen oder sich von der Prüfbank lösen könnten.
- Die Montage von Schutzvorrichtungen ist speziell dann sorgfältig zu planen, wenn sich Personen in der Nähe des rotierenden Antriebsstanges aufhalten oder arbeiten.

Ein Beispiel einer optimalen Schutzvorrichtung zeigt *Bild 2-10*. Alle wichtigen Elemente sind zugänglich, bei geschlossenen Abschrankungen gewährleistet jedoch die Vorrichtung einen bestmöglichen Schutz der Personen und Sachen.

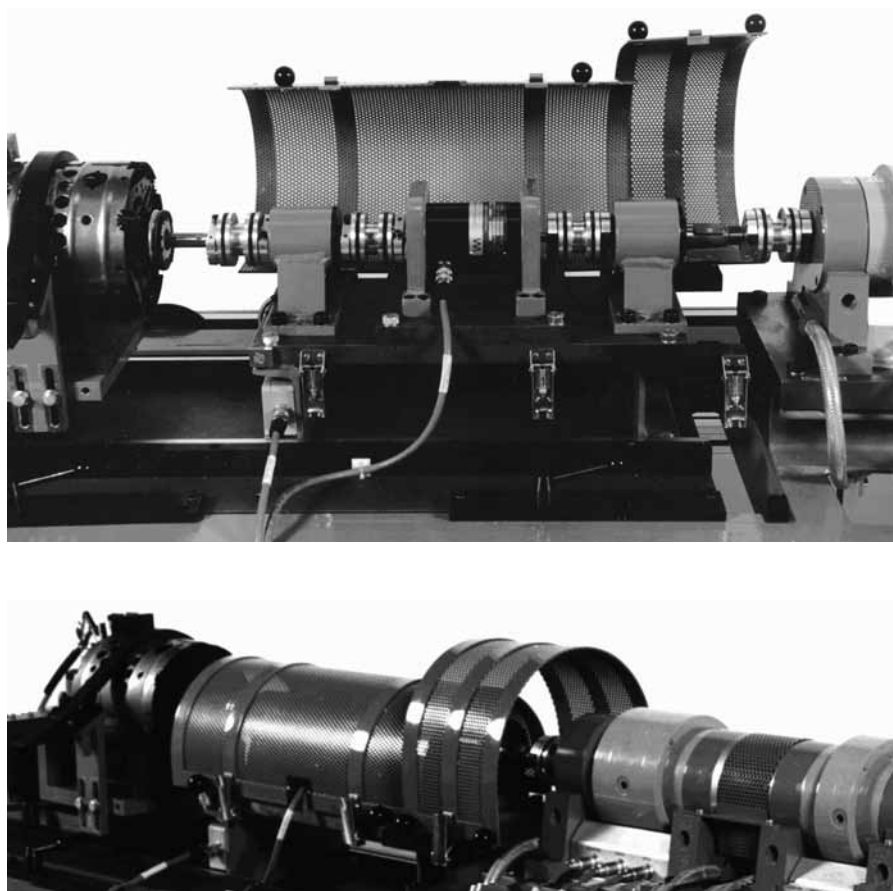


Bild 2–10 Beispiel einer optimalen Schutzvorrichtung

2.5.2

SICHERHEITSREGELN

Der gesunde Menschenverstand verlangt die Einhaltung der folgenden Sicherheitsregeln:

- Periodische Kontrolle der Befestigung der Drehmomentmesswelle.
- Kontrolle der Schutzvorrichtungen rotierender Teile vor dem Einschalten des Messsystems.
- Tragobligatorium von Schutzbrillen in der Nähe rotierender Teile.
- Tragverbot weiter Kleidungsstücke und Krawatten in der Nähe rotierender Teile.
- Einhaltung eines genügenden Sicherheitsabstandes und Verbot, sich über die rotierende Messwelle zu beugen.

2.6 SIGNALVERARBEITENDE ELEKTRONIK VON MAGTROL

Magtrol verfügt über eine Reihe elektronischer Geräte zur Verarbeitung und zur LCD-Bildschirmanzeige von Drehmomentmesssignalen. Mit diesen Geräten können Messdaten ebenfalls kundenspezifisch mittels eines PCs verarbeitet werden.

2.6.1 DREHMOMENTANZEIGERGERÄT Typ 3400/3410

Das auf *Bild 2–11* dargestellte Drehmomentanzeigergerät 3400/3410 dient der Verarbeitung von Drehmoment- und Drehzahlensignalen, der digitalen Anzeige der Mess- und der daraus berechneten Leistungswerte. Dank seiner RS-232-Schnittstelle kann es an einen PC angeschlossen werden, mit dessen mitgelieferten Software die gesammelten Messdaten weiter verarbeitet werden können. Diese Software läuft unter LabVIEW™ und gehört zum Lieferumfang des Drehmomentanzeigergeräts Typ 3400/3410.



Bild 2–11 Drehmomentanzeigergerät Typ 3400/3410

2.6.2 DREHMOMENTANZEIGERGERÄT Typ 6400

Das auf *Bild 2–12* dargestellte Drehmomentanzeigergerät besitzt dieselben Eigenschaften wie das Gerät Typ 3400/3410, verfügt aber zusätzlich über eine voll konfigurierbare PASS/FAIL-Funktion. Mit dieser Option können beispielsweise in kürzester Zeit Konformitätsteste auf Fertigungsanlagen durchgeführt werden. Dank seiner RS-232-Schnittstelle kann es an einen PC angeschlossen werden, mit dessen mitgelieferten Software die gesammelten Messdaten weiter verarbeitet werden können. Diese Software läuft unter LabVIEW™ und gehört zum Lieferumfang des Drehmomentanzeigergeräts Typ 6400.



Bild 2–12 Drehmomentanzeigergerät Typ 6400

2.6.3 LEISTUNGSBREMSENCONTROLLER Typ DSP6001

Der auf *Bild 2–13* dargestellte Controller wird zur Steuerung der Magtrol-Leistungsbremsen eingesetzt, ist aber auch mit der Reihe der TM-Drehmomentmesswellen kompatibel. Somit kann eine Hysterese-, Wirbelstrom- oder Pulverbremse zusammen mit einer Drehmomentmesswelle eingesetzt und von einem einzigen Gerät gesteuert werden. Über eine GPIB- oder RS-232-Schnittstelle mit einem PC verbunden können Messdaten mittels der ebenfalls durch Magtrol mit LabVIEW™ entwickelten

M-TEST-Motorprüfsoftware weiter verarbeitet werden.



Bild 2–13 Leistungsbremsencontroller Typ DSP6001



Merke: Weitere Angaben über 3400/3410-, 6400- und DSP6001-Geräte sind den entsprechenden Betriebsanleitungen zu entnehmen. Der Anschluss der TM-Messwellen an ein dieses signalverarbeitenden Geräts wird im nächsten Paragraph behandelt.

2.7 ELEKTRISCHE ANSCHLÜSSE

TM-Drehmomentmesswellen lassen sich sehr einfach an eine signalverarbeitende Elektronik anschliessen. Es genügt, das Messwellenkabel an die Elektronik anzuschliessen und schon ist das Messsystem betriebsbereit.

Um ein einwandfreies Funktionieren der Drehmomentmesswelle sicherzustellen, muss das Messwellengehäuse einwandfrei geerdet werden.

2.7.1 ERDUNG

Drehmomentmesswelle, Prüfbank, antreibende und angetriebene Prüfbankteile sind in einem gemeinsamen Erdungspunkt anzuschliessen.

Bei sockelgestützter Montage der Messwelle ist der Messwellensockel direkt mit der Prüfbank elektrisch verbunden. Bei fliegender Montage ist dies hingegen nicht der Fall. Die Erdung des Messwellengehäuses ist mittels eines an einen gemeinsamen Erdungspunkt angeschlossenen Erdungskabels sicherzustellen. Dies illustriert das *Bild 2–14*.

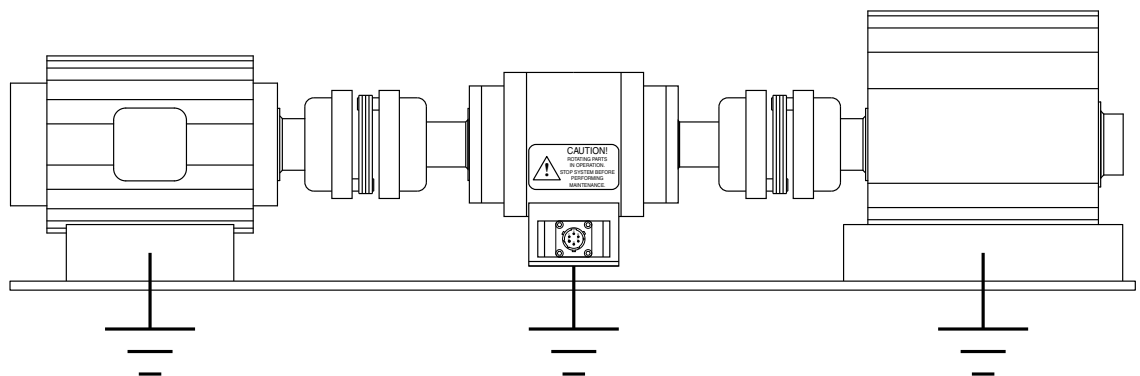


Bild 2–14 Gemeinsame Erdung

2.7.3 ANSCHLUSS AN EINE NICHT-MAGTROL-ELEKTRONIK

Beim Anschluss einer Magtrol-Drehmoment-Messwelle an ein Gerät welches nicht von Magtrol hergestellt worden ist, beachten sie bitte folgendes Anschluss-Schema:

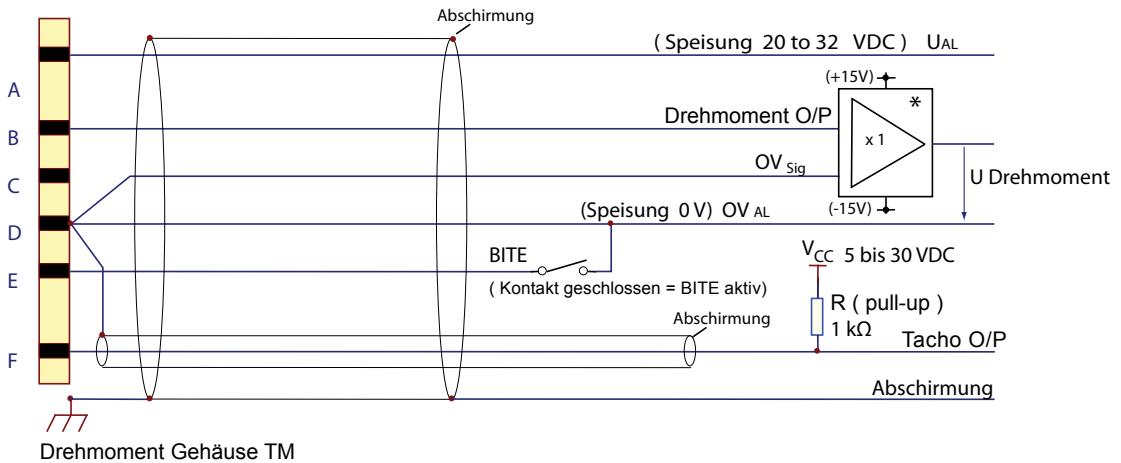


Bild 2–17 Anschluss-Schema an eine Nicht-Magtrol-Elektronik

* Differenzialverstärker zur Unterdrückung des DC-Potentials auf 0V Leiter (OV_{AL}). Ohne Differenzialverstärker entsteht eine Nullpunkt-Verschiebung des Drehmomentsignals in Abhängigkeit von Widerstand und länge des kabels.

2.7.3.1 Zug-Widerstand (Pull-up)

Ein Zug-Widerstand muss im Schaltkreis integriert sein. Dieser Widerstand muss je nach Spannung VCC der Anwendung, gemäss folgender Tabelle, definiert sein.

V _{CC}	Zug-Widerstand
5 VDC	1 kΩ
20–32 VDC	4.7 kΩ



Merke: Wenn die verwendete Elektronik zur Drehzahlmessung bereits einen eigenen Zug-Widerstand besitzt, beachten sie dazu den Wert der oberen Tabelle.

2.7.3.2 Drehzahl-Signal

Die Übertragung des Geschwindigkeits-Signales soll mittels separat abgeschirmten Leitern erfolgen. Magtrol SA empfiehlt hierzu ein Kabel Typ ER107 (siehe Bild 2-18).

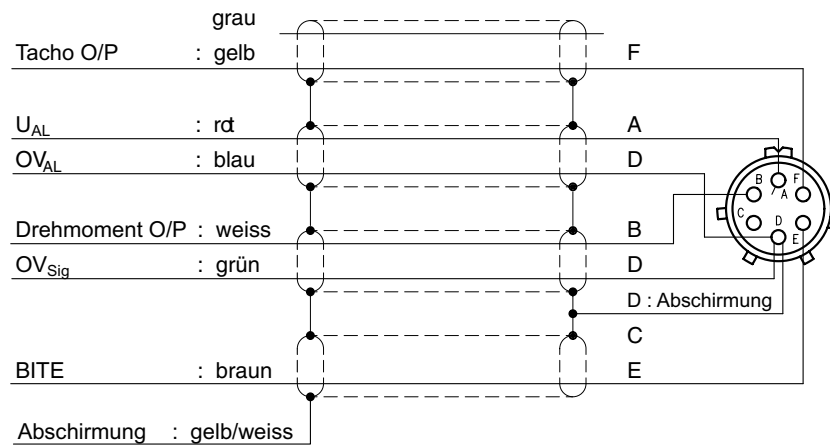


Bild 2-18 ER 107 Pin Belegung

3. Funktionsprinzip

3.1 FUNKTIONSPRINZIP DER TM-DREHMOMENTMESSWELLE

Die TM-Messwellen setzen sich aus einer Messwelle und einer integrierten Signalverarbeitungselektronik zusammen. Sie befinden sich in einem Aluminiumgehäuse mit zwei auf Lebensdauer geschmierten Lagern zur Stützung der Welle.



Bild 3-1 Ansicht einer TMB 313-Drehmomentmesswelle

Die integrierte Elektronik befindet sich im oberen Teil des Messwellengehäuses geschützt gegen Wasserspritzer entsprechend der Norm IP44. Ein Souriau-Stecker ermöglicht das Anschliessen der Drehmomentmesswelle an eine signalverarbeitende Elektronik mittels eines Anschlusskabels.

TM-Drehmomentmesswellen erfüllen folgende wichtige Funktionen:

1. Messung statischer und dynamischer Drehmomente inklusive Bestimmung der Drehmomentwirkrichtung.
2. Messung der Wellendrehzahl.
3. Funktionskontrolle.

Die Drehmoment- und Drehzahlsignale werden durch die im Messwellengehäuse integrierte Signalverarbeitungselektronik temperaturkompensiert und verarbeitet.

3.2 FUNKTIONSWEISE

TM-Drehmomentmesswellen sind induktive Drehmomentaufnehmer, welche nach dem Prinzip eines Transformators mit variabler Kopplung arbeiten.

3.2.1 AUFBAU DER TM-DREHMOMENTMESSWELLEN

Die zur Drehmomentmessung benötigten drei Komponenten sind: eine sich verformende Welle (Verformungszone), ein Spulenpaar und zwei metallische Trommeln, welche alle auf dem *Bild 3–2* dargestellt sind.

Die konzentrisch angeordneten Primär- und Sekundärspulen bilden einen Differentialtransformator und sind durch zwei ebenfalls konzentrisch angeordnete metallische Trommeln voneinander getrennt. Diese Trommeln sind beiderseits der Verformungszone (Messstrecke) auf der Welle befestigt. Sie sind auf ihrem Umfang mit zwei Schlitzreihen versehen. Bei unbelasteter Messwelle besteht keine Überlagerung der Schlitze. Da die Trommeln aus nichtmagnetischem Aluminium gefertigt sind, ist die Abschirmung vollständig. Es kann also keine Induktion zwischen Primär- und Sekundärspule stattfinden. Wirkt aber ein Drehmoment ein, sorgt die Winkelverformung der Messstrecke für eine gegenseitige Verdrehung der Trommeln. Je nach Wirkrichtung des Drehmomentes beginnen die Schlitze beider Trommeln sich zu überlagern. Die Abschirmung verringert sich und eine drehmomentproportionale Induktion findet statt. Bei Erregung der Primärspule mit einer sinusförmigen Spannung erzeugt die Sekundärspule des Transformators ein drehmomentproportionales Wechselspannungssignal.

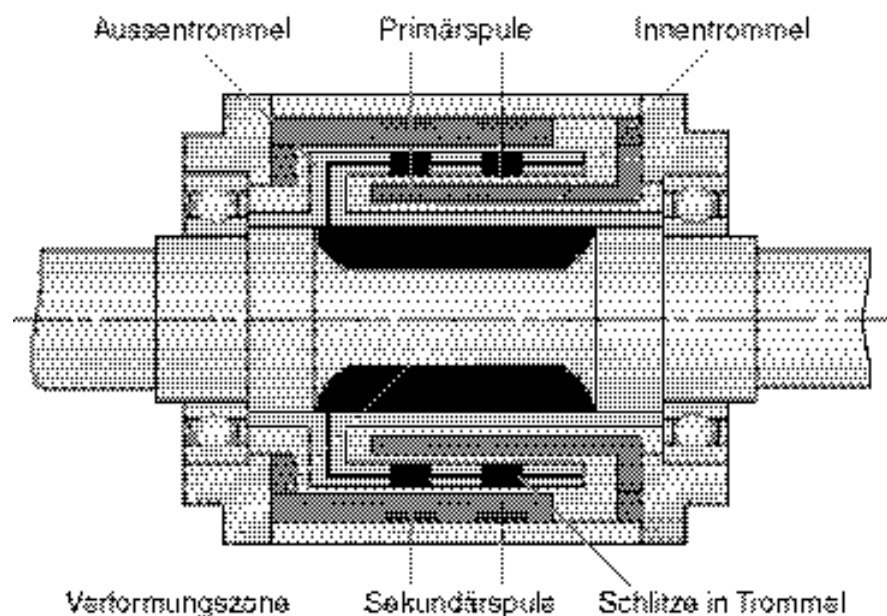


Bild 3–2 Hauptbauteile der Drehmomentmesswelle

3.2.2 TRANSFORMATOR

Die Primärspule des Transformators besteht aus zwei gleichen, in Reihe geschalteten Teilwicklungen. Ein konstanter Wechselstrom mit einer Frequenz von 20 kHz speist diese Spule. Dieses Erregersignal wird von der im Drehmomentaufnehmer integrierten Elektronik geliefert. Zusätzlich wird die Primärspule mit einem Gleichstrom gespeist, welcher eine Temperaturmessung der gesamten Aufnehmereinrichtung und eine entsprechende Temperaturkompensation des Messsignales ermöglicht.

Die Sekundärspule besteht aus zwei gegenphasig angelegten Teilwicklungen, welche die mechanische Phasenverschiebung zwischen den Schlitzen beider Trommeln angibt. Die Sekundärspule erzeugt so ein dynamisches, drehmomentproportionales Spannungssignal.

3.3 VERARBEITUNG DES DREHZAHLSIGNALS

Ein Drehzahlaufnehmer ist im Gehäuse der Drehmomentmesswelle integriert und misst die Drehzahl der Messwelle. Dieser optische Sensor ist auf einen verzahnten Teil des Rotors gerichtet und liefert 60 Impulse pro Wellenumdrehung.

3.4 INTEGRIERTE FUNKTIONSKONTROLLE

Die Drehmomentmesswelle besitzt im Verbindungsstecker einen logischen Eingang (LOW-aktiv) mit welchem ein Testsignal aktiviert werden kann. Dieses Spannungssignal (+5 VDC) überlagert sich dem gemessenen Drehmomentsignal. Der Test kann somit während der Messung durchgeführt werden. Das Signal wird von der Steuerelektronik geliefert.

Dank diesem Testschaltkreis kann die signalverarbeitende Elektronik überprüft werden. Allerdings ersetzt diese Funktionskontrolle auf keinen Fall eine statische Kalibrierung der Drehmomentmesswelle.

4. Wartung / Störungsbeseitigung

4.1 WARTUNG

Die TM-Drehmomentmesswellen sind dank folgender konstruktiver Merkmale weitgehend wartungsfrei:

- auf Lebensdauer geschmierte Lager.
- kontaktlose Signalübertragung über Induktion und nicht über Schleifringe. Dadurch entfällt jeglicher mechanische Verschleiss.

Trotzdem kann sich ein Austausch der Lager nach einer bestimmten Betriebsdauer als notwendig erweisen. Magtrol empfiehlt ihren Ersatz nach Ablauf ihrer theoretischen Lebensdauer von 5'000 Stunden. Dies entspricht der Anzahl Betriebsstunden, nach welchen 10% der Lager Abnützungserscheinungen ausweisen. Solche treten vermehrt bei nicht eingehaltenen Betriebsbedingungen auf, wie unzulässig hohe Drehzahlen, axiale und radiale Kräfte.



ACHTUNG: DAS AUSWECHSELN VON LAGERN DARF NICHT DURCH DEN BENUTZER DER MESSWELLE VORGENOMMEN WERDEN. DIE DREHMOMENTMESSWELLE MUSS DER MAGTROL ZURÜCKGESCHICKT WERDEN, DAMIT DER EINGRIFF UNTER BESTMÖGLICHEN BEDINGUNGEN ERFOLGEN KANN. GLEICHFALLS SOLL DER BENUTZER KEINERLEI WARTUNGSARBEITEN ODER REPARATUREN AN MECHANISCHEN ODER ELEKTRISCHEN TEILEN DER TM-MESSWELLE VORNEHMEN. TRITT EIN PROBLEM AUF, MUSS MIT MAGTROL KONTAKT AUFGENOMMEN WERDEN, UM EINE FACHGERECHTE WIEDERIN STANDSETZUNG IM WERK ZU VERANLASSEN. DIE MISSACHTUNG DIESER VORSCHRIFTEN KANN ZU ERNSTHAFTEN BESCHÄDIGUNGEN DER DREHMOMENTMESSWELLE FÜHREN.



Merke: Das TM-Messwellengehäuse ist versiegelt. Unbefugtes Öffnen dieses Gehäuses verwirkt den Garantieanspruch automatisch.

4.2 STÖRUNGSBESEITIGUNG

Tritt bei der Drehmomentmesswelle eine Störung auf, muss sie mitsamt folgendermassen ausgefülltem Produktfehlerbericht an Magtrol zurückgeschickt werden:

- Gerätetyp mit P/N-, S/N- und Bestellnummer, sowie mit Einkaufsdatum.
- Beschreibung des festgestellten Fehlers und Erscheinungsart.
- Beschreibung der Prüfbank (Zeichnung, Photographien, Skizzen,..).
- Beschreibung des Prüflings (Zeichnung, Photographien, Skizzen,..).
- Beschreibung des Messzyklusses.

Optimale Messgenauigkeit und kürzeste Reparaturzeiten können nur dann garantiert werden, wenn die folgenden Punkte vor dem Versenden der defekten Messwelle berücksichtigt werden:

- Drehmomentmesswelle sorgfältig verpacken.
- Sorgfältig ausgefüllter Produktfehlerbericht beilegen.



Prüfung, messung und überwachung der drehmoment-drehzahl-leistung • last-kraft-gewicht • zugspannung

www.magtrol.com

MAGTROL SA

Route de Montena 77
1728 Rossens/Freiburg, Schweiz
Tel: +41 (0)26 407 3000
Fax: +41 (0)26 407 3001
E-mail: magtrol@magtrol.ch

MAGTROL INC

70 Gardenville Parkway
Buffalo, New York 14224 USA
Tel: +1 716 668 5555
Fax: +1 716 668 8705
E-mail: magtrol@magtrol.com

Niederlassungen in:

Deutschland • Frankreich
China • Indien
Weltweites
Vertreternetz

