

Gesamtbedienungsanleitung

Für

LA_46K*1000 ANA_I +JUSTAGE

Material Nr.

321-00597

Generiert am

03.07.2025



Enthält Originalbedienungsanleitung

Abb. ähnlich

Dokumentationsabschnitte

Montageanleitung de/en Montage, Magnetostriktion - linear Encod	TR-ELA-BA-DGB-0004 v18.pdf
Betriebsanleitung de/en Baureihe 46/34/27/48/70/80 Analog	TR-ELA-BA-DGB-0025-10.pdf
Konformitätserklärung de/en EU-Konformitätserklärung ELA (EMV+RoHS)	TR-ELA-KE-DGB-0079-02.pdf
Konformitätserklärung de/en UKCA, Konformitätserkl. ELA (EMV+RoHS)	TR-ELA-KE-GB-0080-02.pdf
Technische Daten	

Änderungen vorbehalten.

Linear Encoder magnetostruktiv

- _ Grundlegende Sicherheitshinweise
- _ Verwendungszweck
- _ Allgemeine Funktionsbeschreibung
- _ Montagehinweise



Montageanleitung

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglishalde 6

Tel.: (0049) 07425/228-0

Fax: (0049) 07425/228-33

E-mail: info@tr-electronic.de

www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittenwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	05/12/2025
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ELA-BA-DGB-0004 v18
Dateiname:	TR-ELA-BA-DGB-0004 v18.docx
Verfasser:	MÜJ

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

`Courier`-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

" < > " weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Änderungs-Index	4
1 Allgemeines	5
1.1 Geltungsbereich.....	5
1.2 Mitgeltende Dokumente	5
1.3 EU-Konformitätserklärung	5
1.4 Verwendete Abkürzungen und Begriffe	6
1.5 Allgemeine Funktionsbeschreibung.....	7
2 Grundlegende Sicherheitshinweise	8
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition.....	8
2.2 Verpflichtung des Betreibers vor der Inbetriebnahme	8
2.3 Allgemeine Gefahren bei der Verwendung des Produkts	9
2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung	9
2.5 Bestimmungswidrige Verwendung	9
2.6 Gewährleistung und Haftung	10
2.7 Organisatorische Maßnahmen	10
2.8 Personalauswahl und –qualifikation; grundsätzliche Pflichten	11
2.9 Sicherheitstechnische Hinweise	12
3 Transport / Lagerung	13
4 Montagehinweise / Schema.....	14
4.1 Mechanik Rohr-Gehäuseausführung.....	14
4.2 Mechanik Profil-Gehäuseausführung	14
4.3 Montageschema der Rohr-Gehäuseausführung	16
5 Einbau in Hydraulikzylinder	17
5.1 Abdichtungsvarianten	18
5.1.1 Axialabdichtung.....	18
5.1.2 Radialabdichtung	19
5.2 Einbauvarianten bei magnetisierbarem Material	20
5.2.1 Einbaubeispiel LA-66.....	20
5.2.2 Einbaubeispiel LMR-48, Variante mit M12-Flanschstecker.....	21
5.2.2.1 Stecker-Montage.....	21
5.3 Besonderheiten.....	22
5.4 Erforderliches Anzugsdrehmoment	23
5.4.1 Berechnungsbeispiel Axialabdichtung	23
5.4.2 Berechnungsbeispiel Radialabdichtung.....	24
6 Zubehör	25

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	19.06.2007	00
Ergänzung der technischen Daten	15.01.2008	01
Anpassung der Normen	20.07.2009	02
Anpassung der Warnhinweise	05.08.2011	03
Aktualisierung	09.03.2015	04
Bestimmungsgemäße Verwendung angepasst	14.07.2015	05
Toleranzangaben LP-System	20.06.2016	06
- Mechanische Kenndaten entfernt -> Verweis auf Produktdatenblätter - Mitgeltende Dokumente	25.08.2016	07
LMRI, LMPI und LMRB mit aufgenommen	18.01.2017	08
Kapitel „Einbau in Hydraulikzylinder“ hinzugefügt	18.05.2017	09
LMRS und LMPS mit aufgenommen	12.03.2018	10
LMRB-27 Warnhinweis ergänzt (Kap. 2.9)	16.03.2018	11
Höherstufung des LMRB-27 Warnhinweises (Kap. 2.9)	06.06.2018	12
LMR-70 und Hinweise für mehrfach redundante Mess-Systeme ergänzt	15.07.2019	13
Kap. „Mechanik Profil-Gehäuseausführung“, Magnetabstand: allgemeingültiges Bild eingefügt	18.03.2020	14
Montagehinweis Rohr-Gehäuseausführung	30.11.2020	15
Magnet T2-S5520 durch T2-S5520N ersetzen	17.03.2021	16
Zeichnung korrigiert „Einbaubeispiel LA-66“: Pos. C und D vertauscht	18.10.2024	17
Abstands-Korrektur für Magneten T2-S5520N: 10 ⁻⁵ mm	12.05.2025	18

1 Allgemeines

Die vorliegende Montageanleitung beinhaltet folgende Themen:

- Allgemeine Funktionsbeschreibung
- Grundlegende Sicherheitshinweise mit Angabe des Verwendungszwecks
- Montagehinweise
- Einbau in Hydraulikzylinder

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt diese Montageanleitung eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und schnittstellenspezifische Benutzerhandbücher etc. dar.

1.1 Geltungsbereich

Diese Montageanleitung gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen:

- LA / LP
- LMR / LMP
- LMRI / LMPI
- LMRS / LMPS
- LMRB

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

1.2 Mitgeltende Dokumente

- anlagenspezifische Betriebsanleitungen des Betreibers
- diese Montageanleitung
- schnittstellenspezifisches Benutzerhandbuch
- Steckerbelegung
- Maßzeichnung
- Produktdatenblatt: www.tr-electronic.de/s/S013470

1.3 EU-Konformitätserklärung

Die Mess-Systeme wurden unter Beachtung geltender europäischer bzw. internationaler Normen und Richtlinien entwickelt, konstruiert und gefertigt.

Eine entsprechende Konformitätserklärung kann bei der Firma TR-Electronic GmbH angefordert werden.

Der Hersteller der Produkte, die TR-Electronic GmbH in D-78647 Trossingen, besitzt ein zertifiziertes Qualitätssicherungssystem gemäß ISO 9001.

1.4 Verwendete Abkürzungen und Begriffe

LA / LMR	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse
LMRB	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse (Basisausführung)
LMRI	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse (Industrie-Standard)
LMRS	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse und abgesetzter Schnittstelleneinheit (Standardausführung)
LP	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse
LMP	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse
LMPI	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse (Industrie-Standard)
LMPS	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse (Standardausführung)
EG	E uropäische G emeinschaft
EU	E uropäische U nion
EMV	E lektro- M agnetische- V erträglichkeit
ESD	Elektrostatische Entladung (E lectro S tatic D ischarge)
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
NEC	N ational E lectrical C ode
VDE	V erband d er E lektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

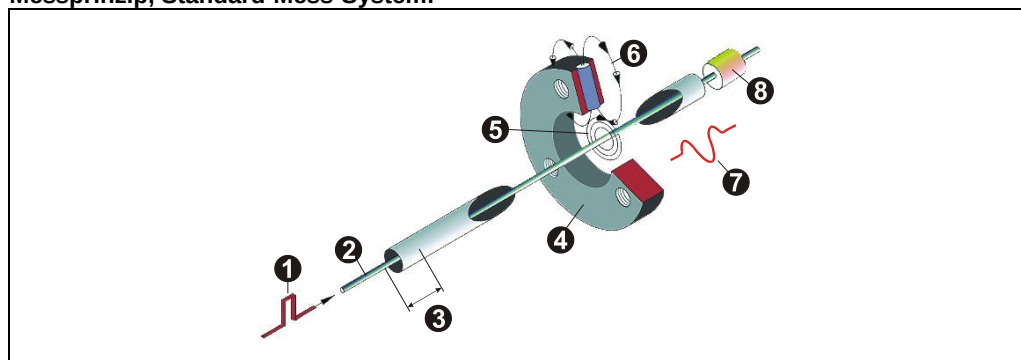
1.5 Allgemeine Funktionsbeschreibung

Das Messprinzip basiert auf einer Laufzeitmessung (Ultraschallbereich). Die Ultraschall-Laufzeit ist wegproportional und wird in einer Elektronik ausgewertet. In einem Schutzrohr ist ein ferromagnetischer Draht (Magnetostriktives Messelement-Wellenleiter) gespannt, der mit einem Stromimpuls beaufschlagt wird. Durch den Stromimpuls entsteht um den Draht ein radiales Magnetfeld.

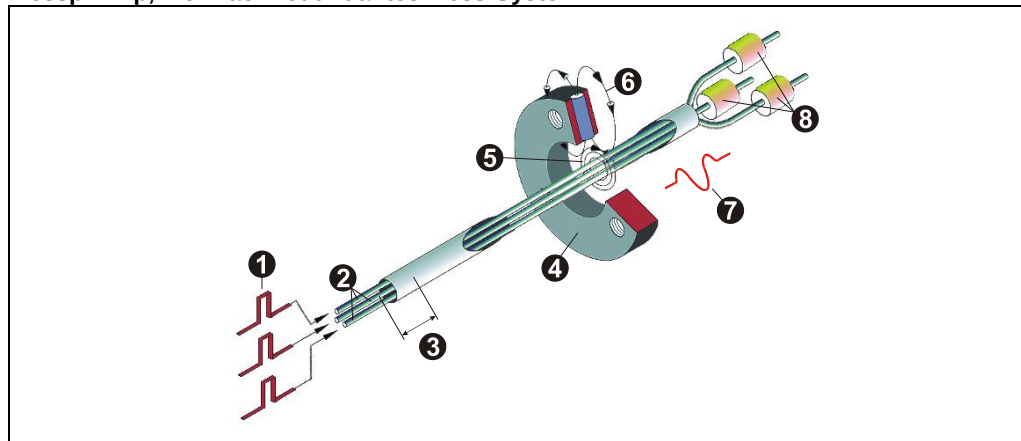
Als Positionssensor (Permanent-Magnet) wird ein berührungslos zu führendes Magnetsystem verwendet, das ein magnetisches Längsfeld, bezogen auf den Draht, erzeugt. Treffen die beiden Magnetfelder, radial vom Draht und längs vom Magnet, am Messpunkt aufeinander, so wird ein Torsionsimpuls ausgelöst. Dieser Torsionsimpuls bewegt sich als Körperschallwelle mit konstanter Ultraschallgeschwindigkeit vom Messpunkt in beide Richtungen des Drahtes. Über einen Messwertaufnehmer im Sensorkopf wird das Ultraschall-Signal erfasst und in ein elektrisches wegproportionales Ausgangssignal umgewandelt. Die sich in beiden Richtungen bewegenden Körperschallwellen werden in den Dämpfungszonen am Anfang und Ende des Messelementes abgeschwächt.

Die Zeitdifferenz vom Aussenden des Stromimpulses bis zum Eintreffen des Torsionsimpulses setzt die Messelektronik in ein wegproportionales Ausgangssignal um und stellt dies als digitales oder analoges Signal zur Verfügung.

Messprinzip, Standard-Mess-System:



Messprinzip, mehrfach redundantes Mess-System:



- ① Stromimpuls
- ② Messdraht
- ③ Dämpfungszone
- ④ Positionssensor (Magnet)
- ⑤ Magnetfeld, erzeugt durch einen Stromimpuls
- ⑥ Resultierendes Magnetfeld am Positionssensor
- ⑦ Antwortsignal des Torsionsimpulses
- ⑧ Messwertaufnehmer Empfangsspule

2 Grundlegende Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition



bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.



bedeutet, dass entsprechende ESD-Schutzmaßnahmen nach DIN EN 61340-5-1 Beiblatt 1 zu beachten sind.

2.2 Verpflichtung des Betreibers vor der Inbetriebnahme

Als elektronisches Gerät unterliegt das Mess-System den Vorschriften der EMV-Richtlinie.

Die Inbetriebnahme des Mess-Systems ist deshalb erst dann erlaubt, wenn festgestellt wurde, dass die Anlage/Maschine in die das Mess-System eingebaut werden soll, den Bestimmungen der EU-EMV-Richtlinie, den harmonisierten Normen, Europeanormen oder den entsprechenden nationalen Normen entspricht.

2.3 Allgemeine Gefahren bei der Verwendung des Produkts

Das Produkt, nachfolgend als **Mess-System** bezeichnet, ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gefertigt. **Dennoch können bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Beeinträchtigungen des Mess-Systems und anderer Sachwerte entstehen!**

Mess-System nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst unter Beachtung der **Mitgeltenden Dokumente** verwenden! Insbesondere Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, umgehend beseitigen (lassen)!

2.4 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Mess-System wird zur Erfassung von Linearbewegungen, sowie der Aufbereitung der Messdaten für eine nachgeschaltete Steuerung bei industriellen Prozess- und Steuerungs-Abläufen verwendet.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch:

- das Beachten aller Hinweise aus den mitgeltenden Dokumenten,
- das Beachten des Typenschildes und eventuell auf dem Mess-System angebrachter Verbots- bzw. Hinweisschilder,
- das Beachten beigefügter Dokumente,
- das Betreiben des Mess-Systems innerhalb der in den technischen Daten angegebenen Grenzwerten, siehe Produktdatenblatt.

2.5 Bestimmungswidrige Verwendung

Gefahr von Tod, Körperverletzung und Sachschaden durch bestimmungswidrige Verwendung des Mess-Systems !

! WARNUNG

ACHTUNG

- Da das Mess-System **kein Sicherheitsbauteil** gemäß der EG-Maschinenrichtlinie darstellt, muss durch die nachgeschaltete Steuerung eine Plausibilitätsprüfung der Mess-System-Werte durchgeführt werden.
- Das Mess-System ist vom Betreiber zwingend mit in das eigene Sicherheitskonzept einzubinden.
- Insbesondere ist folgende Verwendung untersagt:
 - In Umgebungen mit explosiver Atmosphäre
 - zu medizinischen Zwecken

2.6 Gewährleistung und Haftung

Grundsätzlich gelten die „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ der Firma TR-Electronic GmbH. Diese stehen dem Betreiber spätestens mit der Auftragsbestätigung bzw. mit dem Vertragsabschluss zur Verfügung. Gewährleistungs- und Haftungsansprüche bei Personen- und Sachschäden sind ausgeschlossen, wenn sie auf eine oder mehrere der folgenden Ursachen zurückzuführen sind:

- Nicht bestimmungsgemäße Verwendung des Mess-Systems.
- Unsachgemäße Montage, Installation, Inbetriebnahme und Programmierung des Mess-Systems.
- Unsachgemäß ausgeführte Arbeiten am Mess-System durch unqualifiziertes Personal.
- Betreiben des Mess-Systems bei technischen Defekten.
- Eigenmächtige vorgenommene mechanische oder elektrische Veränderungen am Mess-System.
- Eigenmächtige durchgeführte Reparaturen.
- Katastrophenfälle durch Fremdeinwirkung und höhere Gewalt.

2.7 Organisatorische Maßnahmen

- Die mitgeltenden Dokumente müssen ständig am Einsatzort des Mess-Systems griffbereit aufbewahrt werden.
- Ergänzend zu den mitgeltenden Dokumenten sind allgemeingültige gesetzliche und sonstige verbindliche Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz zu beachten und müssen vermittelt werden.
- Die jeweils gültigen nationalen, örtlichen und anlagenspezifischen Bestimmungen und Erfordernisse müssen beachtet und vermittelt werden.
- Der Betreiber hat die Verpflichtung, das Personal auf betriebliche Besonderheiten und Anforderungen hinzuweisen.
- Das mit Tätigkeiten am Mess-System beauftragte Personal muss vor Arbeitsbeginn die Montageanleitung, insbesondere das Kapitel „Grundlegende Sicherheitshinweise“, gelesen und verstanden haben.
- Das Typenschild, eventuell aufgeklebte Verbots- bzw. Hinweisschilder auf dem Mess-System müssen stets in lesbarem Zustand erhalten werden.
- Keine mechanischen oder elektrischen Veränderungen am Mess-System, außer den in den mitgeltenden Dokumentationen ausdrücklich beschriebenen, vornehmen.
- Reparaturen dürfen nur vom Hersteller, oder einer vom Hersteller autorisierten Stelle bzw. Person vorgenommen werden.

2.8 Personalauswahl und –qualifikation; grundsätzliche Pflichten

- Alle Arbeiten am Mess-System dürfen nur von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden.

Qualifiziertes Personal sind Personen, die auf Grund ihrer Ausbildung, Erfahrung und Unterweisung sowie ihrer Kenntnisse über einschlägige Normen, Bestimmungen, Unfallverhütungsvorschriften und Betriebsverhältnisse, von dem für die Sicherheit der Anlage Verantwortlichen berechtigt worden sind, die jeweils erforderlichen Tätigkeiten auszuführen, und dabei mögliche Gefahren erkennen und vermeiden können.

- Zur Definition von „Qualifiziertem Personal“ sind zusätzlich die Normen VDE 0105-100 und IEC 364 einzusehen (Bezugsquellen z.B. Beuth Verlag GmbH, VDE-Verlag GmbH).
- Klare Regelung der Verantwortlichkeiten für die Montage, Installation, Inbetriebnahme und Bedienung festlegen. Beaufsichtigungspflicht bei zu schulendem oder anzulernendem Personal!

2.9 Sicherheitstechnische Hinweise

⚠ WARNUNG

ACHTUNG

- **Zerstörung, Beschädigung bzw. Funktionsbeeinträchtigung des Mess-Systems und Gefahr von Körperverletzung!**
 - Verdrahtungsarbeiten, Öffnen und Schließen von elektrischen Verbindungen nur im spannungslosen Zustand durchführen.
 - Keine Schweißarbeiten vornehmen, wenn das Mess-System bereits verdrahtet bzw. eingeschaltet ist.
 - Baureihe LMRB-27: Positionssprünge, fehlerhafte Positionsausgabe!
 - Es dürfen nur Schnittstelleneinheiten und Sensoren mit gleicher Artikel-Nr. und gleicher Serien-Nr. gemäß Typenschild miteinander verkabelt werden.
-

ACHTUNG

- Sicherstellen, dass die Montageumgebung vor aggressiven Medien (Säuren etc.) geschützt ist.
 - Bei der Montage sind Schocks (z.B. Hammerschläge) auf das Mess-System zu vermeiden.
 - Sensorrohr nicht verbiegen
 - Mess-System nicht in die Nähe von Magnetfeldern montieren.
 - Das Öffnen des Mess-Systems ist untersagt.
-



- **Das Mess-System enthält elektrostatisch gefährdete Bauelemente und Baugruppen, die durch unsachgemäße Behandlung zerstört werden können.**
 - Berührungen der Mess-System-Anschlusskontakte mit den Fingern sind zu vermeiden, bzw. sind die entsprechenden ESD-Schutzmaßnahmen anzuwenden.
-



- **Entsorgung**

Muss nach der Lebensdauer des Gerätes eine Entsorgung vorgenommen werden, sind die jeweils geltenden landesspezifischen Vorschriften zu beachten.
-

3 Transport / Lagerung

Transport – Hinweise

Gerät nicht fallen lassen oder starken Schlägen aussetzen!

Das Gerät enthält einen magnetoresistiven Sensor.

Nur Original Verpackung verwenden!

Unsachgemäßes Verpackungsmaterial kann beim Transport Schäden am Gerät verursachen.

Lagerung

Lagertemperatur: siehe Produktdatenblatt
Trocken lagern

4 Montagehinweise / Schema

Bei der Montage des TR-Linear-Wegmess-Systems ist darauf zu achten, dass keine starken magnetischen und elektrischen Störfelder im Bereich des Sensors auftreten.

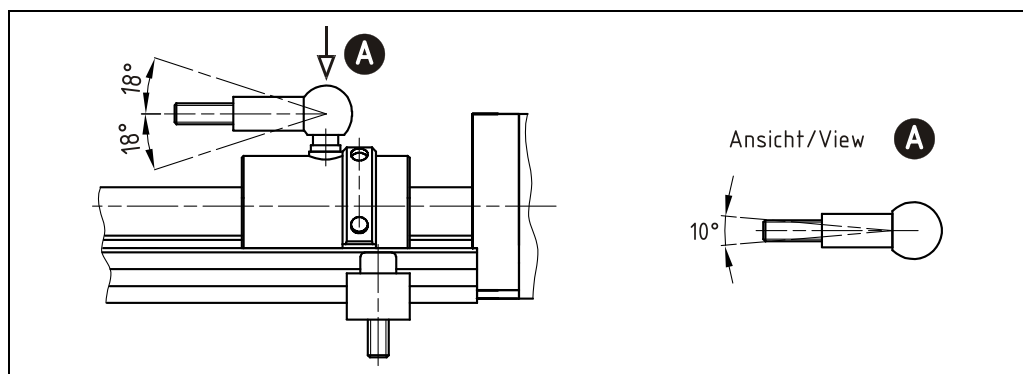
Unzulässige Störfelder können die Messgenauigkeit beeinflussen. Im Bereich des Mess-Stabes darf die Feldstärke max. 3 mT betragen.

4.1 Mechanik Rohr-Gehäuseausführung

Der Messwert wird berührungslos über das Magnetfeld des Positionssensors auf den Sensorstab eingekoppelt. Die Präzision der Messwerte ist u.a. abhängig von der Symmetrie der Magnetfeldgeometrie. Das bedeutet für die Mechanik, dass der Positionssensor zum Rohr zentrisch angebaut, und axial parallel präzise zu führen ist.

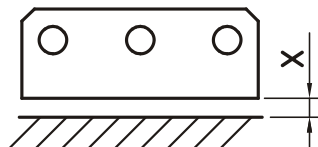
4.2 Mechanik Profil-Gehäuseausführung

Der Einbau des Wegsensors ist relativ einfach, da die mechanische Führung des Positionssensors entfällt. Die optimalen Gleiteigenschaften des Mess-Schlittens ergänzen sich mit dem berührungslosen Abtasten der Messposition. Zur Vermeidung von zusätzlichem Verschleiß der Gleitführungen am Mess-Schlitten müssen die Toleranzangaben (Winkel- und Parallelversatz) eingehalten werden:



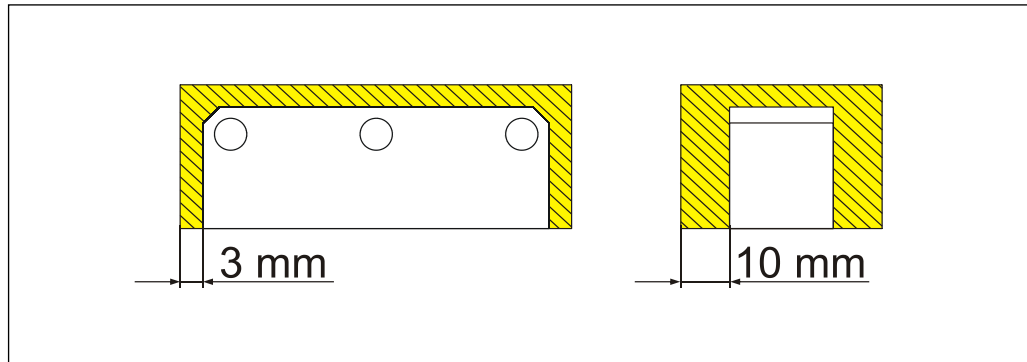
Die Präzision der Messwerte ist u.a. abhängig von der Symmetrie der Magnetfeldgeometrie. Das bedeutet beim Profil-System ohne Mess-Schlitten, dass der Positionssensor zum Mess-System präzise, axial und in der Höhe parallel zu führen ist. Der max. zulässige Abstand zwischen dem Positionssensor und dem Profilgehäuse darf dabei nicht überschritten werden:

Unterscheidung:

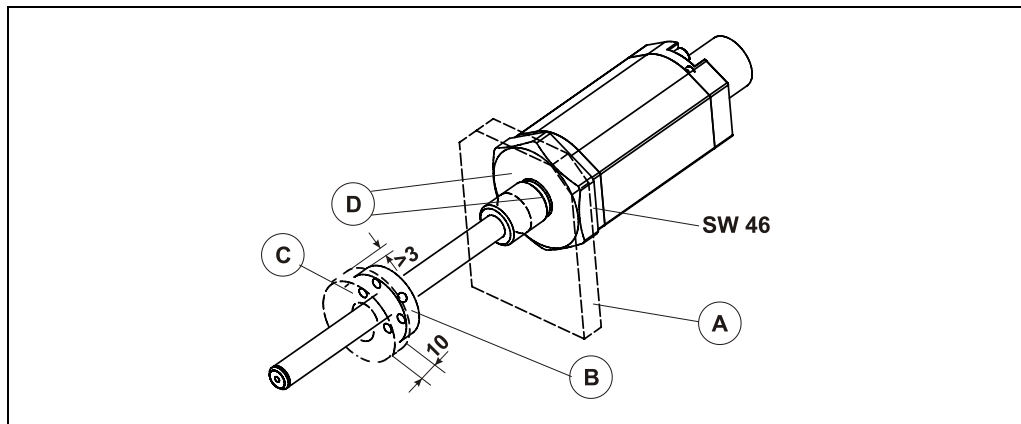
 Profil-System	LP-Systeme		
	Magnet:	Artikel-Nr.:	Magnetabstand:
	T4U3820	49-155-003	X = 3,2 ^{-2,4} mm
	LMP-Systeme		
	Magnet:	Artikel-Nr.:	Magnetabstand:
	T1-S5520	49-155-009	X = 3 ⁻² mm
	T2-S5520N	49-155-032	X = 10 ⁻⁵ mm
	T1-S3818	49-155-015	X = 3 ⁻² mm

Das Befestigungsmaterial für den Positionssensor sollte unbedingt aus nicht magnetisierbarem Material bestehen.

Wird magnetisierbares Befestigungsmaterial verwendet, muss ein Abstandshalter aus nicht magnetisierbarem Material mit 10 mm Dicke und min. 3 mm größer im Abstand zum Umfang des Positionssensors vorgesehen werden. Der Abstandshalter ist zwischen dem Positionssensor und dessen Befestigung zu montieren. Die Befestigungsschrauben müssen aus nicht magnetisierbarem Werkstoff sein.



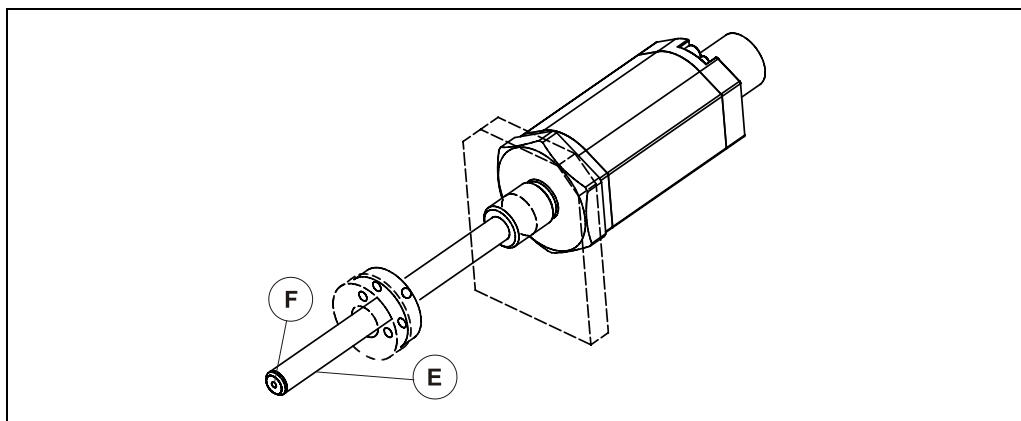
4.3 Montageschema der Rohr-Gehäuseausführung



A: Der Wegsensor wird direkt mit dem Gewinde oder einer Mutter mit der Halterung fixiert, mit einem Anzugsdrehmoment von $< 50 \text{ Nm}$. Das Befestigungsmaterial für den Wegsensor und Positionssensor B sollte unbedingt aus nicht magnetisierbarem Material bestehen.

C: Wird magnetisierbares Befestigungsmaterial verwendet, muss ein Abstandshalter aus nicht magnetisierbarem Material mit 10 mm Dicke und min. 3 mm größer im Abstand zum Umfang des Positionssensors vorgesehen werden. Der Abstandshalter ist zwischen dem Positionssensor und dessen Befestigung zu montieren. Die Befestigungsschrauben müssen aus nicht magnetisierbarem Werkstoff sein.

D: Empfohlen wird die Hydraulikabdichtung an der Flanschfläche mittels O-Ring in einer Zylinderbodennut. Es kann die Abdichtung auch mit einem O-Ring in der Gewindeauslaufnut erfolgen.



E: Horizontal eingebaute Messstäbe $> 1,5 \text{ m}$ lang sollten abgestützt und ein im Umfang offener Positionssensor eingesetzt werden.

F: Optional kann der Wegsensor an der Rohrspitze mit einem Sacklochgewinde M4x5 geliefert werden. Dies kann zur Spitzenlagerung verwendet werden.



Die in den Produktdatenblättern angegebenen Maximalwerte für *Vibration* und *Schock* werden nur erreicht, wenn das Mess-System beidseitig fest montiert bzw. dämpfend gelagert ist, nicht „frei schwingend“.

5 Einbau in Hydraulikzylinder

Dieses Kapitel gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen, die für den Einbau in Hydraulikzylindern geeignet sind:

Baureihe	Dichtungsart	Montageart
LA-41	Radialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar
LA-42	Axialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar
LA-46	Radialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar (abnehmbares Hüllrohr)
LMRI-46	Radialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar (abnehmbares Hüllrohr)
LMR-48	Radialdichtung (am Gehäuse)	Einbau in einen Hydraulikzylinder (einsetzbar in der Mobilhydraulik)
LA-65	Axialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar (abnehmbares Hüllrohr)
LA-66	Axialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar
LMR-70	Radialdichtung	von außen an den Hydraulikzylinder montierbar

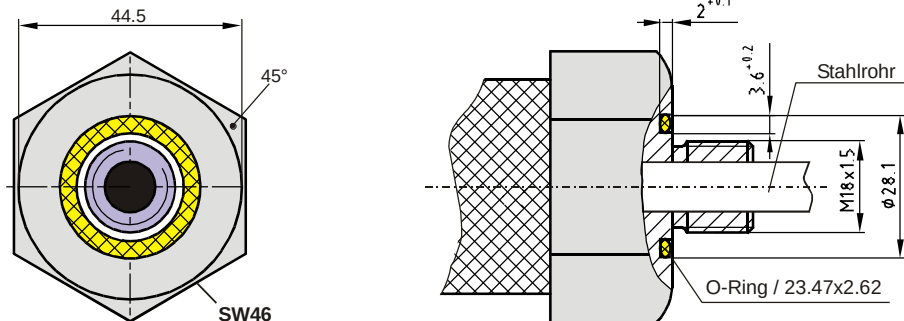
Beim Einbau der Linear-Mess-Systeme in die Hydraulikzylinder müssen die gerätespezifischen Daten und Spezifikationen berücksichtigt werden.

5.1 Abdichtungsvarianten

5.1.1 Axialabdichtung

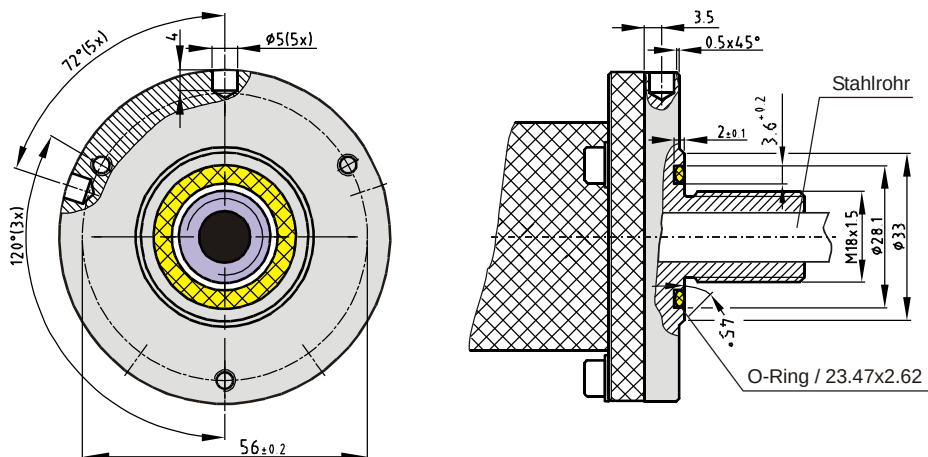
LA-42

nicht angegebene Maße sind aus der kundenspezifischen Zeichnung zu entnehmen!



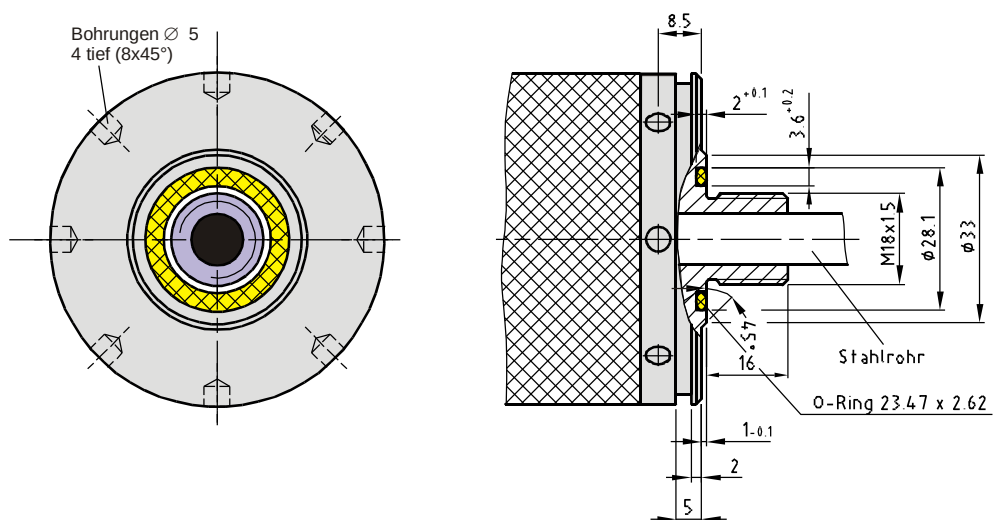
LA-65-H

nicht angegebene Maße sind aus der kundenspezifischen Zeichnung zu entnehmen!



LA-66

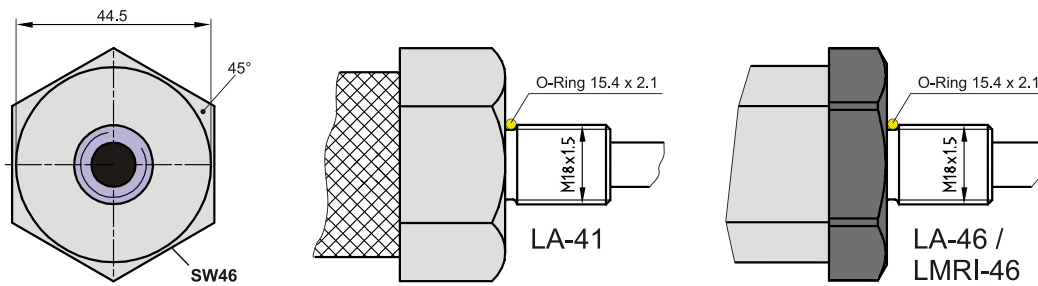
nicht angegebene Maße sind aus der kundenspezifischen Zeichnung zu entnehmen!



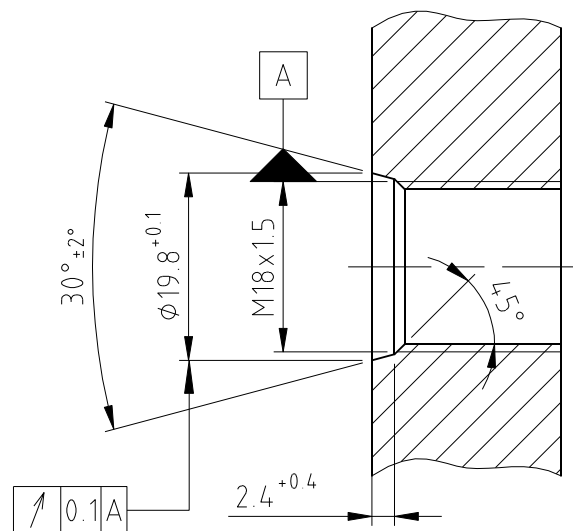
5.1.2 Radialabdichtung

LA-41 / LA-46 / LMRI-46 / LMR-70

nicht angegebene Maße sind aus der kundenspezifischen Zeichnung zu entnehmen!



kundenseitige Anforderung, Gewindeaufnahme M18x1.5



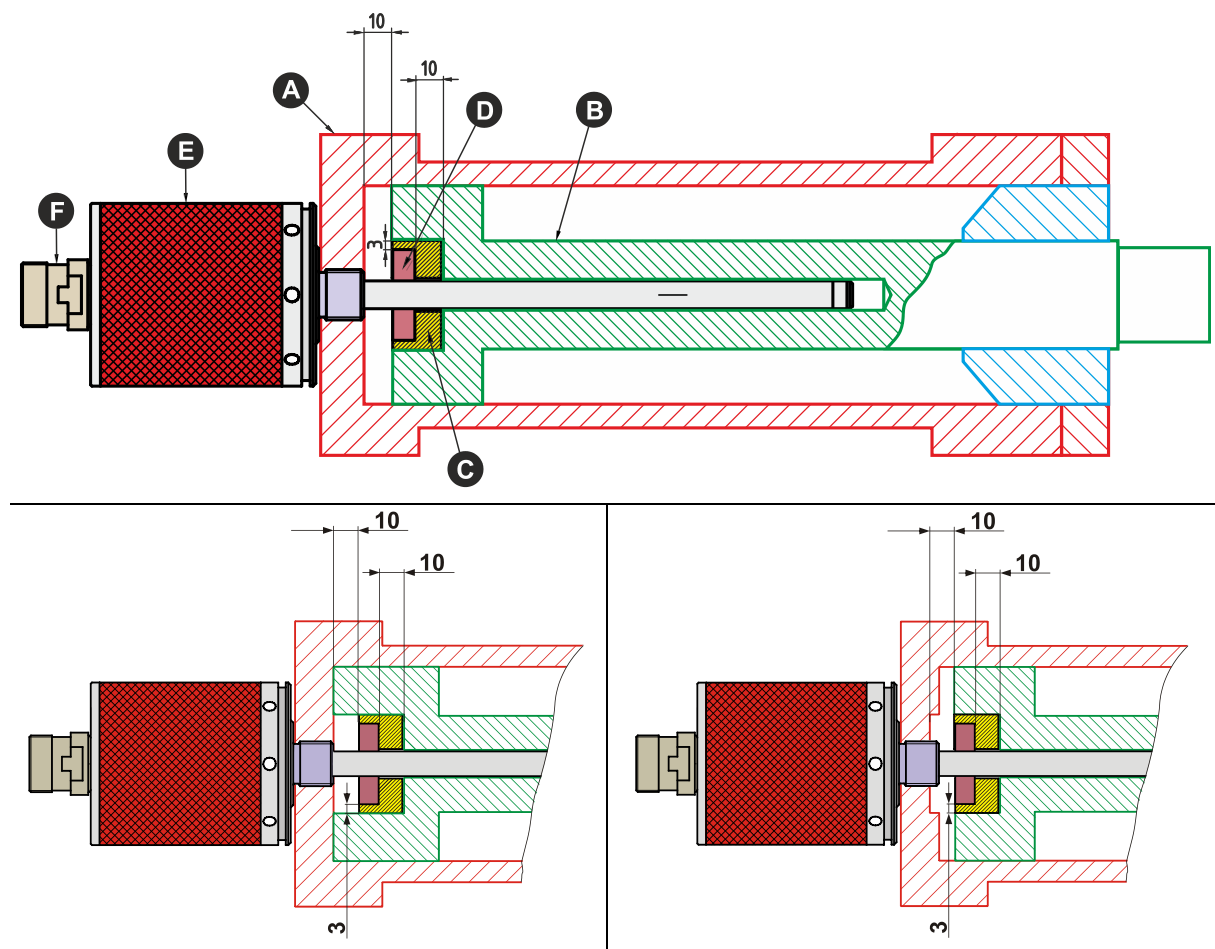
5.2 Einbauvarianten bei magnetisierbarem Material

Wird magnetisierbares Befestigungsmaterial verwendet, muss ein Abstandshalter aus nicht magnetisierbarem Material mit 10 mm Dicke und min. 3 mm größer im Abstand zum Umfang des Positionssensors vorgesehen werden. Der Abstandshalter ist zwischen dem Positionssensor und dessen Befestigung zu montieren. Die Befestigungsschrauben müssen aus nicht magnetisierbarem Werkstoff wie z.B. Messing, Aluminium, Kunststoff etc. sein.

Die Linear-Mess-Systeme welche von außen an den Hydraulikzylinder montiert werden, werden über ein M18x1.5 Gewinde in den Hydraulikzylinder eingeschraubt. Die Abdichtung erfolgt Flansch-seitig entweder radial oder axial über einen O-Ring (kein Lieferumfang!).

5.2.1 Einbaubeispiel LA-66

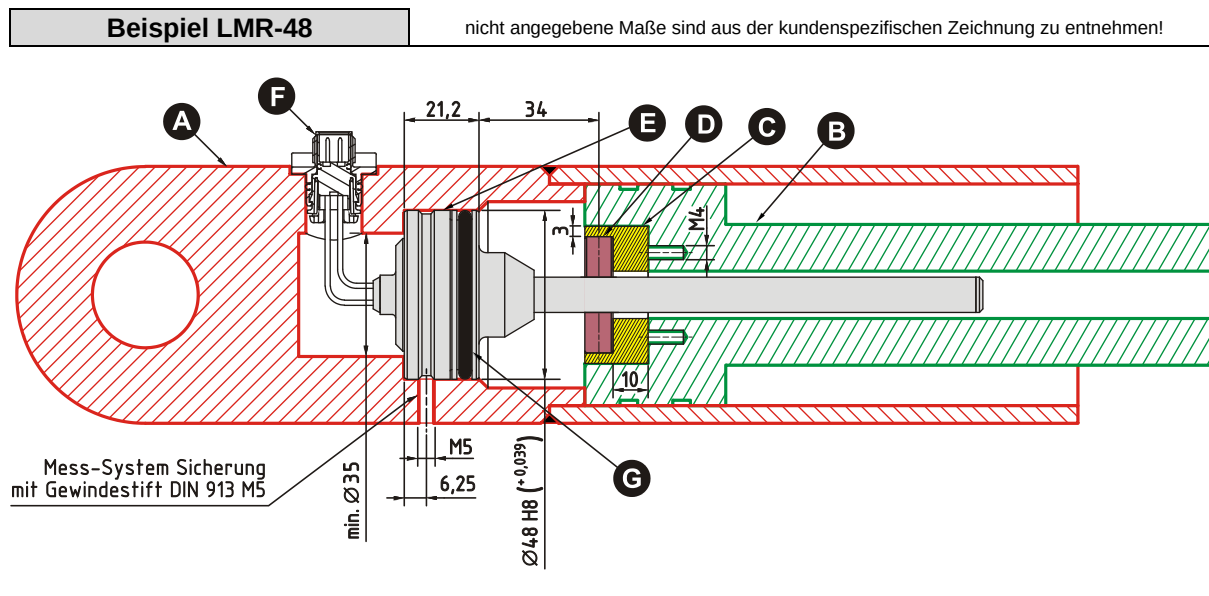
Beispiel LA-66



- A** Hydraulikzylinder
- B** Kolbenstange
- C** Abstandshalter aus nicht magnetisierbarem Material
- D** Magnet (Positionssensor)
- E** Mess-System
- F** Anschluss-Stecker

5.2.2 Einbaubeispiel LMR-48, Variante mit M12-Flanschstecker

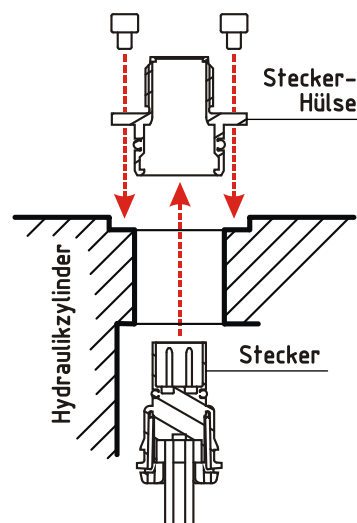
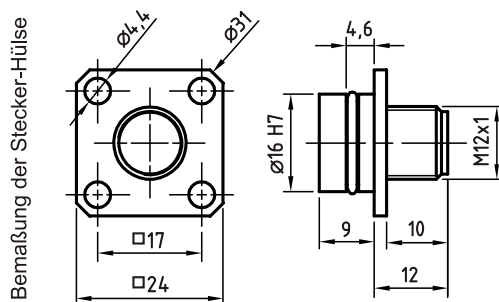
Der LMR-48-Wegsensor wird in den Hydraulikzylinder in die Passung $\varnothing 48 \text{ H8}$ eingebracht und mit einem Gewindestift (DIN 913 M5) gegen Verdrehen gesichert. Die Abdichtung erfolgt über einen O-Ring am Mess-System-Gehäuse.



- A** Hydraulikzylinder
- B** Kolbenstange
- C** Abstandshalter aus nicht magnetisierbarem Material
- D** Magnet (Positionssensor)
- E** Mess-System
- F** Stecker mit Stecker-Hülse
- G** O-Ring

5.2.2.1 Stecker-Montage

Der Stecker ist bereits vorkonfektioniert und muss durch die Bohrung des Hydraulikzylinders in die Stecker-Hülse eingesteckt werden. Die Hülse mit gestecktem Stecker muss nun mit vier M4 Zylinderkopf-Schrauben an den Hydraulikzylinder montiert werden.

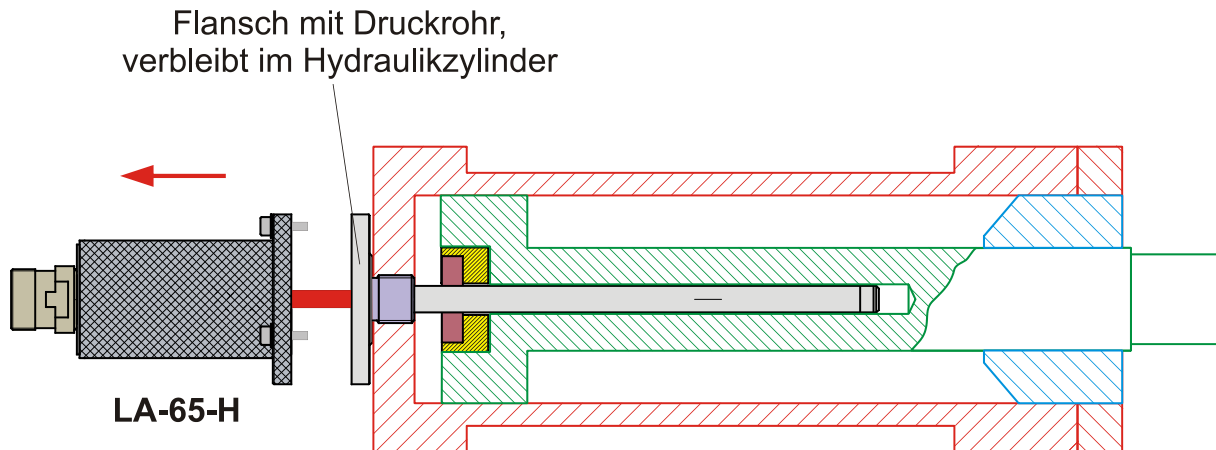


5.3 Besonderheiten

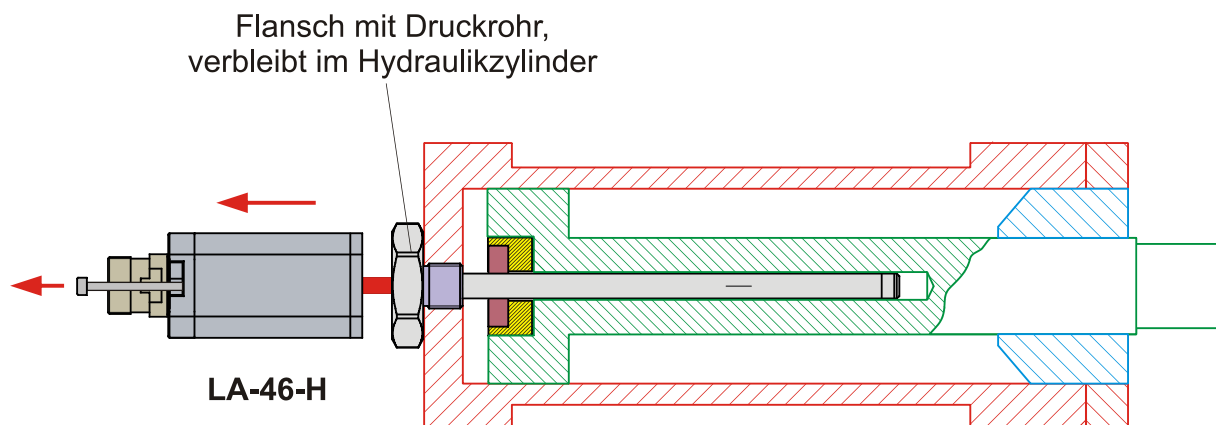
Bei den Linear-Mess-Systemen der Baureihe LA-65-H und LA-46-H ist das Druckrohr und das Sensorelement mechanisch unabhängig.

Das Druckrohr verbleibt daher beim Sensortausch im Hydraulikzylinder. Das Hydrauliksystem bleibt weiterhin unter Druck und langwierige Leer- und Füllzeiten entfallen daher.

Beispiel LA-65-H



Beispiel LA-46-H



5.4 Erforderliches Anzugsdrehmoment

5.4.1 Berechnungsbeispiel Axialabdichtung

Ausführung mit Gewinde M18x1.5,
Axialdichtung über O-Ring 23.47 x 2.62 (kein Lieferumfang!)

LA-42 / LA-65-H / LA-66

A) Erforderliche Klemmkraft, abhängig vom Druck auf den Flansch

1	p =	600,0 bar	statischer Hydraulikdruck am LA-Flansch
2	d_Oring =	23,5 mm	O-Ring-Durchmesser, Auflagefläche
3	F_KI =	25 957,8 N	erforderliche Klemmkraft (bez. auf Hydraulikdruck)

B) Erforderliche Montage-Vorspannkraft, abhängig vom Montagefall

4	ka =	1,6 [-]	Anziehungsfaktor für Anziehen mit Drehmomentschlüssel (I)
5	kl =	1,2 [-]	Lockerungsfaktor für statische Belastung (II)
6	F_VM =	49 838,9 N	Montage-Vorspannkraft, bez. auf ka und kl

C) Gewindegeometrie und Gewindereibung

7	D =	18,0	mm	Nenn Durchmesser
8	P =	1,5	[-]	Steigung
9	D2 =	17,03	mm	Flankendurchmesser
10	phi =	0,028	rad	Flankenwinkel
11	my_k =	0,12	[-]	Reibungskoeff. für Gewindereib. "leicht geölt" (III)
12	phi_G =	0,119	rad	Reibungswinkel aus my_k (11)
13	ra =	11,7	mm	Reibradius aus O-Ring-Durchmesser (2)

D) Erforderliches Anzugsmoment für p = 600 bar

14	MA =	133 Nm	Errechnetes Anzugsdrehmoment (IV)
----	-------------	---------------	--

(I) aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-11

(II) aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-9

(III) aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-12a

(IV) aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Gleichung 8.20

5.4.2 Berechnungsbeispiel Radialabdichtung

Ausführung mit Gewinde M18x1.5,
Radialdichtung über O-Ring 15.4 x 2.1 (kein Lieferumfang!)

LA-41 / LA-46 / LMRI-46 / LMR-70

A) Erforderliche Klemmkraft, abhängig vom Druck auf den Flansch

1	p =	600,0 bar	statischer Hydraulikdruck am LA-Flansch
2	d_Oring =	15,4 mm	O-Ring-Durchmesser, Auflagefläche
3	F_KI =	11 175,9 N	erforderliche Klemmkraft (bez. auf Hydraulikdruck)

B) Erforderliche Montage-Vorspannkraft, abhängig vom Montagefall

4	ka =	1,6 [-]	Anziehfaktor für Anziehen mit Drehmomentschlüssel (I)
5	kl =	1,2 [-]	Lockerungsfaktor für statische Belastung (II)
6	F_VM =	21 457,7 N	Montage-Vorspannkraft, bez. auf ka und kl

C) Gewindegeometrie und Gewindereibung

7	D =	18,0	mm	Nenn Durchmesser
8	P =	1,5	[-]	Steigung
9	D2 =	17,03	mm	Flankendurchmesser
10	phi =	0,028	rad	Flankenwinkel
11	my_k =	0,12	[-]	Reibungskoeff. für Gewindereib. "leicht geölt" (III)
12	phi_G =	0,119	rad	Reibungswinkel aus my_k (11)
13	ra =	7,7	mm	Reibradius aus O-Ring-Durchmesser (2)

D) Erforderliches Anzugsmoment für p = 600 bar

14	MA =	47 Nm	Errechnetes Anzugsdrehmoment (IV)
----	-------------	--------------	--

- (I)** aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-11
- (II)** aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-9
- (III)** aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Tabelle A8-12a
- (IV)** aus "Maschinenelemente", Roloff/Matek, Gleichung 8.20

6 Zubehör

www.tr-electronic.de/produkte/lineargeber/zubehoer.html

Linear Encoder magnetostrictive



- Basic safety instructions
- Intended use
- General functional description
- Instructions for mounting

**Assembly
Instructions**

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglishalde 6

Tel.: (0049) 07425/228-0

Fax: (0049) 07425/228-33

email: info@tr-electronic.de

www.tr-electronic.de

Copyright protection

This Manual, including the illustrations contained therein, is subject to copyright protection. Use of this Manual by third parties in contravention of copyright regulations is not permitted. Reproduction, translation as well as electronic and photographic archiving and modification require the written content of the manufacturer. Violations shall be subject to claims for damages.

Subject to modifications

The right to make any changes in the interest of technical progress is reserved.

Document information

Release date / Rev. date:	05/12/2025
Document / Rev. no.:	TR-ELA-BA-DGB-0004 v18
File name:	TR-ELA-BA-DGB-0004 v18.docx
Author:	MÜJ

Font styles

Italic or **bold** font styles are used for the title of a document or are used for highlighting.

`Courier` font displays text, which is visible on the display or screen and software menu selections.

" < " > " indicates keys on your computer keyboard (such as <RETURN>).

Contents

Contents	29
Revision index	30
1 General information	31
1.1 Applicability	31
1.2 Other applicable documents	31
1.3 EU Declaration of conformity	31
1.4 Abbreviations and definitions	32
1.5 General functional description	33
2 Basic safety instructions	34
2.1 Definition of symbols and instructions	34
2.2 Obligation of the operator before start-up	34
2.3 General risks when using the product	35
2.4 Intended use	35
2.5 Non-intended use	35
2.6 Warranty and liability	36
2.7 Organizational measures	36
2.8 Personnel qualification; obligations	37
2.9 Safety informations	38
3 Transportation / Storage	39
4 Instructions for mounting / schematic	40
4.1 Mechanics rod housing design	40
4.2 Mechanics profile- housing design	40
4.3 Assembly diagram of the rod housing design	42
5 Installation in hydraulic cylinders	43
5.1 Sealing options	44
5.1.1 Axial sealing	44
5.1.2 Radial sealing	45
5.2 Installation types with magnetizable material	46
5.2.1 Mounting example LA-66	46
5.2.2 Mounting example LMR-48, version with M12-male connector	47
5.2.2.1 Plug mounting	47
5.3 Unusual features	48
5.4 Required torque	49
5.4.1 Calculation example axial sealing	49
5.4.2 Calculation example radial sealing	50
6 Accessories	51

Revision index

Revision	Date	Index
First release	06/19/2007	00
Additions in the technical data	01/15/2008	01
Modification of the standards	07/20/2009	02
Modification of the warnings	08/05/2011	03
Actualization	03/09/2015	04
Intended use edited	07/14/2015	05
Tolerance notes LP-system	06/20/2016	06
- Mechanical characteristics removed -> reference to the product data sheets - Other applicable documents	08/25/2016	07
LMRI, LMPI and LMRB added	01/18/2017	08
Chapter "Installation in hydraulic cylinders" added	05/18/2017	09
LMRS and LMPS added	03/12/2018	10
LMRB-27 warning added (chapter 2.9)	03/16/2018	11
Upgrading of the LMRB-27 warning notice (chapter 2.9)	06/06/2018	12
LMR-70 and notes for multiple redundant measuring systems added	07/15/2019	13
Chapter "Mechanics profile- housing design", Magnet distance: Universal image inserted	03/18/2020	14
Instructions for mounting, rod housing design	11/30/2020	15
Magnet T2-S5520 replaced with T2-S5520N	03/17/2021	16
Drawing corrected "Installation example LA-66": Pos. C and D swapped	10/18/2024	17
Distance correction for magnet T2-S5520N: 10^{-5} mm	05/12/2025	18

1 General information

This Assembly Instruction includes the following topics:

- General functional description
- Basic safety instructions with declaration of the intended use
- Instructions for mounting
- Installation in hydraulic cylinders

As the documentation is arranged in a modular structure, this Assembly Instructions are supplementary to other documentation, such as product datasheets, dimensional drawings, leaflets and interface-specific User Manuals etc.

1.1 Applicability

These Assembly Instructions apply exclusively to the following measuring system models:

- LA / LP
- LMR / LMP
- LMRI / LMPI
- LMRS / LMPS
- LMRB

The products are labeled with affixed nameplates and are components of a system.

1.2 Other applicable documents

- the operator's operating instructions specific to the system
- these Assembly Instructions
- interface-specific User Manual
- Pin assignment
- Dimension drawing
- Product data sheet: www.tr-electronic.com/s/S013471

1.3 EU Declaration of conformity

The measuring systems have been developed, designed and manufactured under observation of the applicable international and European standards and directives.

A corresponding declaration of conformity can be requested from TR-Electronic GmbH.

The manufacturer of the product, TR-Electronic GmbH in D-78647 Trossingen, operates a certified quality assurance system in accordance with ISO 9001.

1.4 Abbreviations and definitions

LA / LMR	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing
LMRB	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing (Basic version)
LMRI	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing (Industrial standard)
LMRS	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing and decentralized interface unit (Standard version)
LP	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing
LMP	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing
LMPI	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing (Industrial standard)
LMPS	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing (Standard version)
EC	E uropean C ommunity
EU	E uropean U nion
EMC	E lectro M agnetic C ompatibility
ESD	E lectro S tatic D ischarge
IEC	International Electrotechnical Commission
NEC	N ational E lectrical C ode
VDE	Association for Electrical, Electronic & Information Technologies

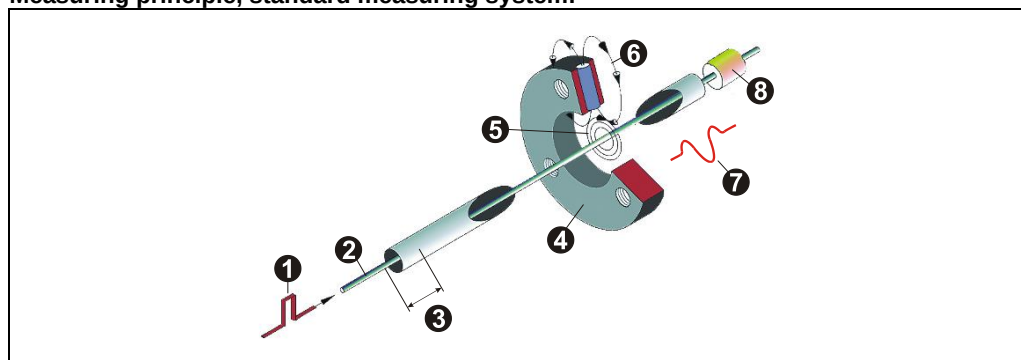
1.5 General functional description

The measuring principle is based on a run time measurement in the ultrasound area. The ultrasound propagation time is path proportional and is evaluated in an electronics. A ferromagnetic wire is (magnetostrictive measuring element shaft conductor) in a reed capsule tense, this one are pressurized with a current pulse. A radial magnetic field arises from the current pulse therefore.

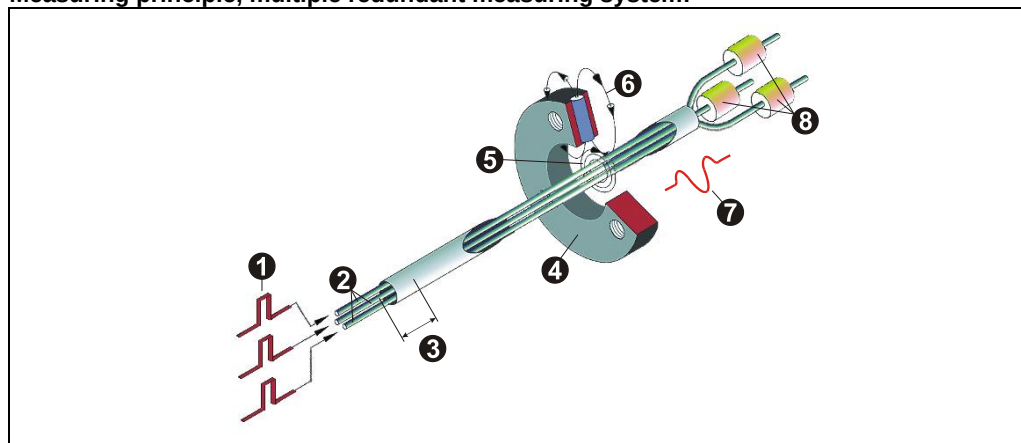
The position sensor (Permanent magnet) is a non-contact and wear free measurement magnetic system, which produces a magnetic axial field, related to the wire. If the two magnetic fields, radially from the wire and axial from the magnet, meet one another at the measuring point, then a torsion impulse will generated. This torsion impulse moves as acoustic wave of the measuring body with constant ultrasonic sound speed of the measuring point in both directions of the wire. Over a sensing element in the sensor head the ultrasonic sound signal is recorded and converted into electrical away-proportional output signal. The acoustic wave of the measuring body moving in both directions are weakened in the damping zones at the beginning and end of the measuring element.

The time difference of sending the current pulse up to the arrival of the torsion impulse converts measuring electronics into an away-proportional output signal and makes this available as digital or analog signal.

Measuring principle, standard measuring system:



Measuring principle, multiple redundant measuring system:



- ① Current impulse
- ② Slide wire
- ③ Damping zone
- ④ Position sensor (Magnet)
- ⑤ Magnetic field, produced by a current impulse
- ⑥ Resulting magnetic field at the position sensor
- ⑦ Answer signal of the torsion impulse
- ⑧ Measuring sensor Receipt coil

2 Basic safety instructions

2.1 Definition of symbols and instructions



means that death or serious injury can occur if the required precautions are not met.



means that minor injuries can occur if the required precautions are not met.

NOTICE

means that damage to property can occur if the required precautions are not met.



indicates important information or features and application tips for the product used.



means that appropriate ESD-protective measures are to be considered according to DIN EN 61340-5-1 supplementary sheet 1.

2.2 Obligation of the operator before start-up

As an electronic device the measuring system is subject to the regulations of the EMC Directive.

It is therefore only permitted to start up the measuring system if it has been established that the system/machine into which the measuring system is to be fitted satisfies the provisions of the EU EMC Directive, the harmonized standards, European standards or the corresponding national standards.

2.3 General risks when using the product

The product, hereinafter referred to as "**the measuring system**", is manufactured according to state-of-the-art technology and accepted safety rules. **Nevertheless, non-intended use can pose a danger to life and limb of the user or third parties, or lead to impairment of the measuring system or other property!**

Only use the measuring system in a technically faultless state, and only for its intended use, taking safety and hazard aspects into consideration, and observing the **Other applicable documents!** Faults which could threaten safety should be eliminated without delay!

2.4 Intended use

The measuring system is used to measure linear movements and to condition the measurement data for the subsequent control of industrial control processes.

Intended use also includes:

- observing all instructions in the other applicable documents,
- observing the nameplate and any prohibition or instruction symbols on the measuring system,
- observing the enclosed documents,
- operating the measuring system within the limit values specified in the technical data, see Product Data Sheet

2.5 Non-intended use

Danger of death, physical injury and damage to property in case of non-intended use of the measuring system!

WARNING

- As the measuring system **does not constitute a safety component** according to the EC machinery directive, a plausibility check of the measuring system values must be performed through the subsequent control system.

NOTICE

- It is mandatory for the operator to integrate the measuring system into his own safety concept.
 - The following area of use is especially forbidden:
 - In environments where there is an explosive atmosphere
 - for medical purposes
-

2.6 Warranty and liability

The General Terms and Conditions ("Allgemeine Geschäftsbedingungen") of TR-Electronic GmbH always apply. These are available to the operator with the Order Confirmation or when the contract is concluded at the latest. Warranty and liability claims in the case of personal injury or damage to property are excluded if they result from one or more of the following causes:

- Non-intended use of the measuring system.
- Improper assembly, installation, start-up and programming of the measuring system.
- Incorrectly undertaken work on the measuring system by unqualified personnel.
- Operation of the measuring system with technical defects.
- Mechanical or electrical modifications to the measuring systems undertaken autonomously.
- Repairs carried out autonomously.
- Third party interference and Acts of God.

2.7 Organizational measures

- The other applicable documents must always be kept accessible at the place of use of the measuring system.
- In addition to the other applicable documents, generally applicable legal and other binding accident prevention and environmental protection regulations are to be observed and must be mediated.
- The respective applicable national, local and system-specific provisions and requirements must be observed and mediated.
- The operator is obliged to inform personnel on special operating features and requirements.
- The personnel instructed to work with the measuring system must have read and understood the Assembly Instruction, especially the chapter "Basic safety instructions" prior to commencing work.
- The nameplate and any prohibition or instruction symbols applied on the measuring system must always be maintained in a legible state.
- Do not undertake any mechanical or electrical modifications on the measuring system, apart from those explicitly described in the other applicable documents.
- Repairs may only be undertaken by the manufacturer or a facility or person authorized by the manufacturer.

2.8 Personnel qualification; obligations

- All work on the measuring system must only be carried out by qualified personnel.

Qualified personnel includes persons, who, through their training, experience and instruction, as well as their knowledge of the relevant standards, provisions, accident prevention regulations and operating conditions, have been authorized by the persons responsible for the system to carry out the required work and are able to recognize and avoid potential hazards.

- The definition of “Qualified Personnel” also includes an understanding of the standards VDE 0105-100 and IEC 364 (source: e.g. Beuth Verlag GmbH, VDE-Verlag GmbH).
- Define clear rules of responsibilities for the assembly, installation, start-up and operation. The obligation exists to provide supervision for trainee personnel !

2.9 Safety informations

WARNING

NOTICE

- ***Destruction, damage or malfunctions of the measuring system and risk of physical injury!***
 - De-energize the system before carrying out wiring work or opening and closing electrical connections.
 - Do not carry out welding if the measuring system has already been wired up or is switched on.
 - Series LMRB-27: Position jumps, faulty position output!
 - Only interface units and sensors with the same order number and the same serial number according to the name plate may be connected together.
-

NOTICE

- Ensure that the area around the assembly site is protected from corrosive media (acid, etc.).
 - Avoid any shocks (e.g. hammer-blow) on the measuring system while mounting.
 - Do not bend the sensor rod.
 - Do not install the measuring system next to magnetic fields.
 - Do not open the measuring system.
-



- ***The measuring system contains electrostatically endangered circuit elements and units which can be destroyed by an improper use.***
 - Contacts of the measuring system connection contacts with the fingers are to be avoided, or the appropriate ESD protective measures are to be applied.
-



- ***Disposal***

If disposal has to be undertaken after the life span of the device, the respective applicable country-specific regulations are to be observed.
-

3 Transportation / Storage

Notes on transportation

Do not drop the device or expose it to strong strokes!

Device contains a magnetoresistive sensor.

Only use the original packaging!

The wrong packaging material can cause damage to the device during transportation.

Storage

Storage temperature: see product data sheet
Store in a dry place

4 Instructions for mounting / schematic

Before mounting TR-linear-Transducer, make sure there are no strong magnetic and electric interference fields in the vicinity.

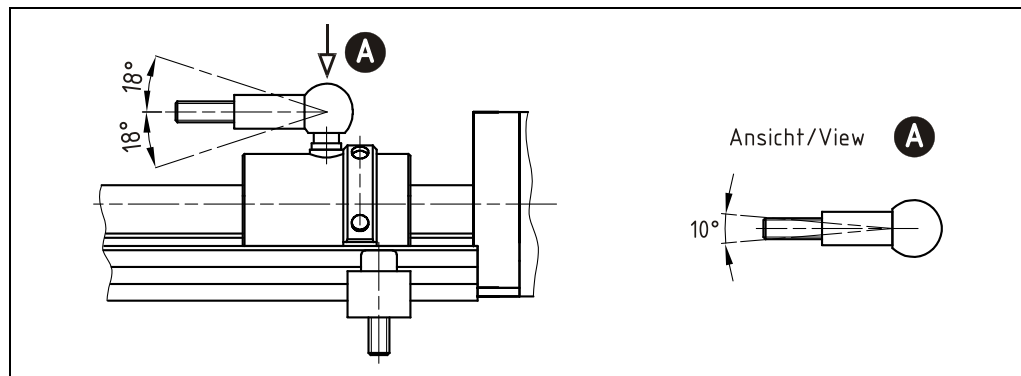
Inadmissible interference fields can influence the measuring precision. The field strength may be max. 3 mT in the vicinity of the measuring rod.

4.1 Mechanics rod housing design

The measurement is one coupled contactlessly about the magnetic field of the position sensor on the sensor rod. The precision of the measurements is among others addicted to the balance of magnetic field geometry. This means for the mechanics, that the position sensor has to be led centrally add-only and axially parallel to the rod precisely.

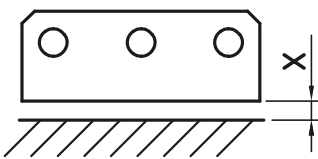
4.2 Mechanics profile- housing design

Since the position sensor by the measuring body mechanically one leads, is relatively simple the installation the TR-linear-Transducer system. The exact guidance of the captive-sliding magnet and non-contact and wear free measurement system each other optimally. In order to reduce the wear between captive-sliding magnet and measuring body to a minimum, the dimensional tolerances for angle and parallel disalignment must be absolutely kept:



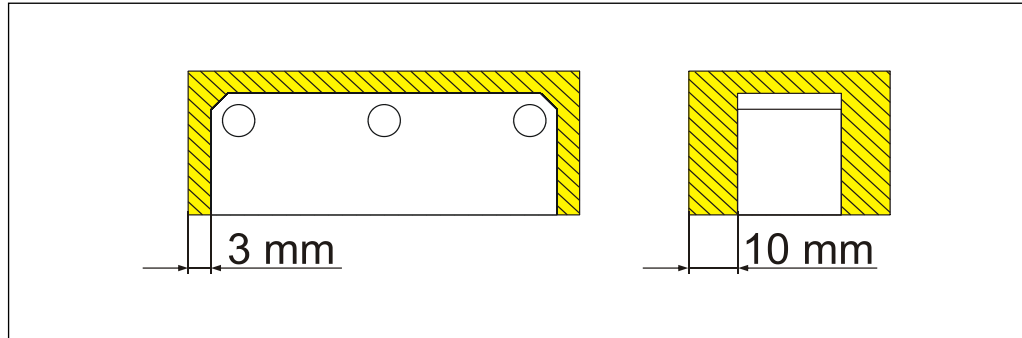
The exact of the measured value depends also on the symmetry of magnetic field geometry. If no captive-sliding magnet is used, the position sensor must be led exactly in axial direction to the measuring body. The admissible maximum distance between position sensor and measuring body may not be exceeded:

Distinction:

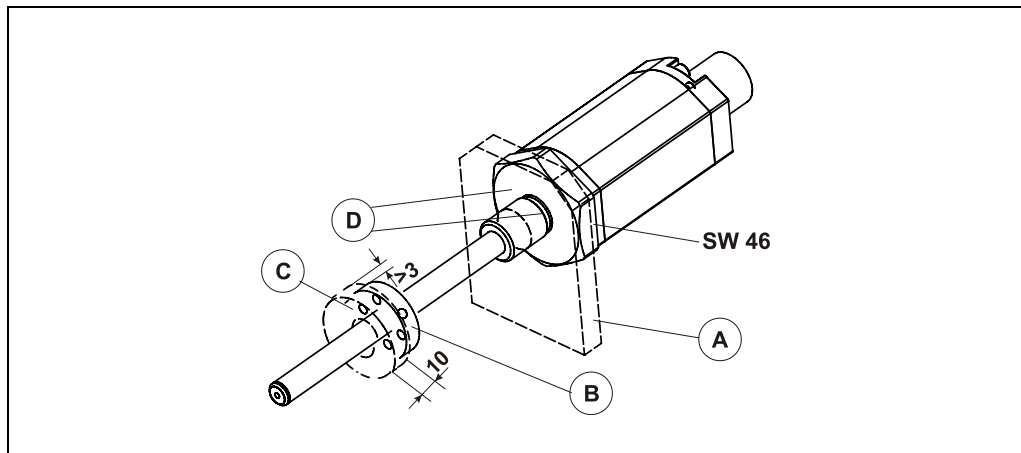
 Profile system	LP-Systems		
	Magnet:	Art.-No.:	Magnet distance:
	T4U3820	49-155-003	$X = 3.2^{-2.4} \text{ mm}$
	LMP-Systems		
	Magnet:	Art.-No.:	Magnet distance:
	T1-S5520	49-155-009	$X = 3^{-2} \text{ mm}$
	T2-S5520N	49-155-032	$X = 10^{-5} \text{ mm}$
	T1-S3818	49-155-015	$X = 3^{-2} \text{ mm}$

The mounting material for the position sensor should absolutely consist of not magnetizable material.

If magnetizable mounting material is used, a spacer from not magnetizable material with 10 mm thickness and min. 3 mm must be planned more largely in the distance to the extent of the position sensor. The spacer is to be installed between the position sensor and its attachment. The screws must be from not magnetizable material.



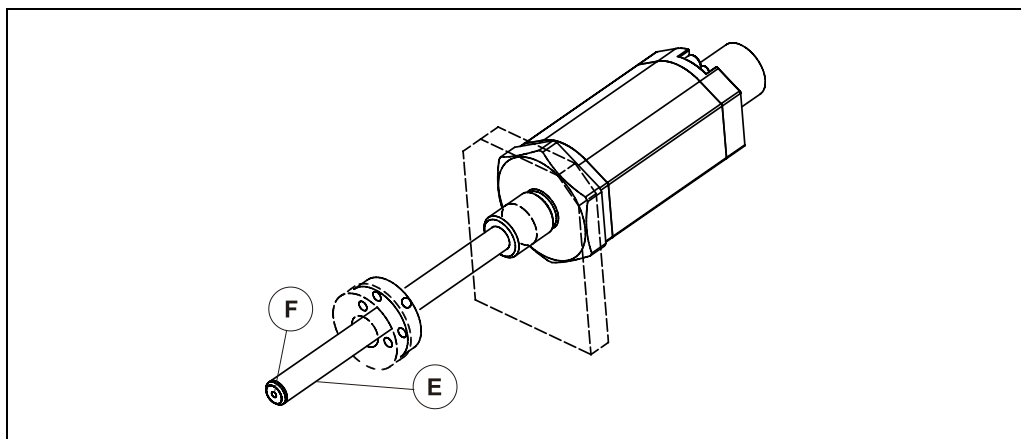
4.3 Assembly diagram of the rod housing design



A: The linear transducer is fixed directly with the thread or a nut/mother with the mounting plate, with one attraction moment of $< 50 \text{ Nm}$. The mounting material for the way sensor and position sensor B should absolutely consist of not magnetizable material.

C: If magnetizable mounting material is used, a spacer from not magnetizable material with 10 mm thickness and min. 3 mm must be planned more largely in the distance to the extent of the position sensor. The spacer is to be installed between the position sensor and its attachment. The screws must be from not magnetizable material.

D: The hydraulic sealing at the flange contact surface is recommended by means of O-ring in a cylinder soil groove. It can take place the sealing also with an O-ring in the thread runout groove.



E: Horizontal inserted rods $> 1.5 \text{ m}$ long should be supported and a position sensor open to the extent be used.

F: Optionally the linear transducer can be supplied at the tubing point with a blind hole thread M4x5. This can be used for the rod end bearing.



The maximum values for **Vibration** and **Shock** specified in the product data sheets are only achieved if the measuring system is firmly mounted or damped on both sides. Not "freely vibrating".

5 Installation in hydraulic cylinders

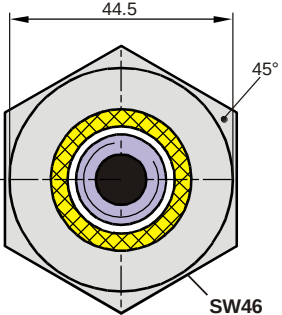
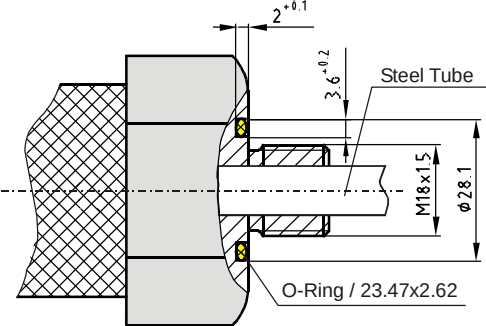
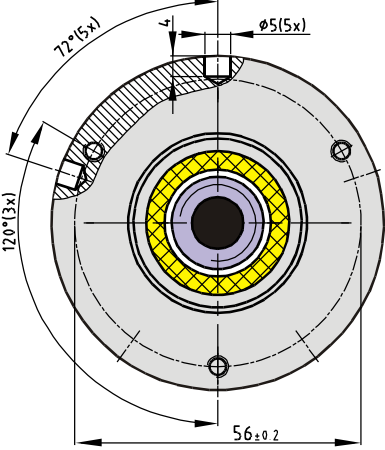
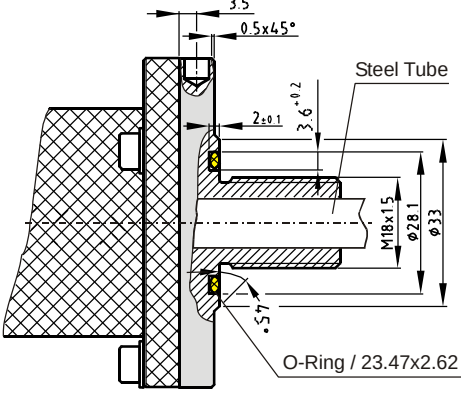
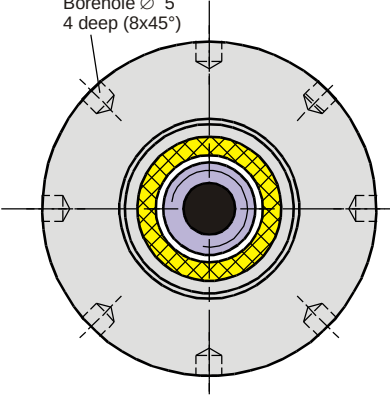
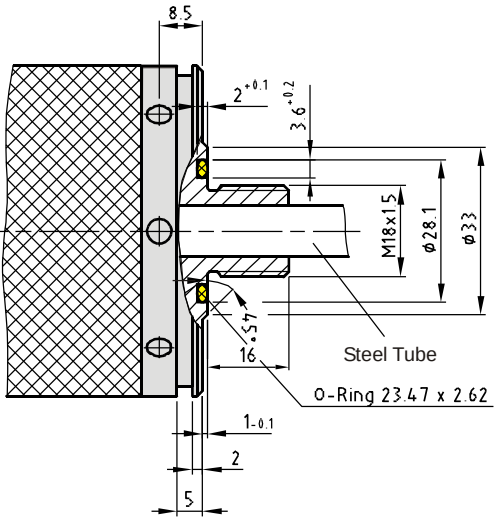
This chapter applies exclusively to the following measuring systems series that made for the mounting with hydraulic cylinders:

Series	Sealing	Mounting
LA-41	Radial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder
LA-42	Axial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder
LA-46	Radial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder (exchangeable sensor)
LMRI-46	Radial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder (exchangeable sensor)
LMR-48	Radial sealing (at the housing)	for mounting into a hydraulic cylinder (applicable for mobile machines)
LA-65	Axial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder (exchangeable sensor)
LA-66	Axial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder
LMR-70	Radial sealing	for external mounting to a hydraulic cylinder

At the installation of the measuring system into the hydraulic cylinders the device specific data and specifications must be taken into account.

5.1 Sealing options

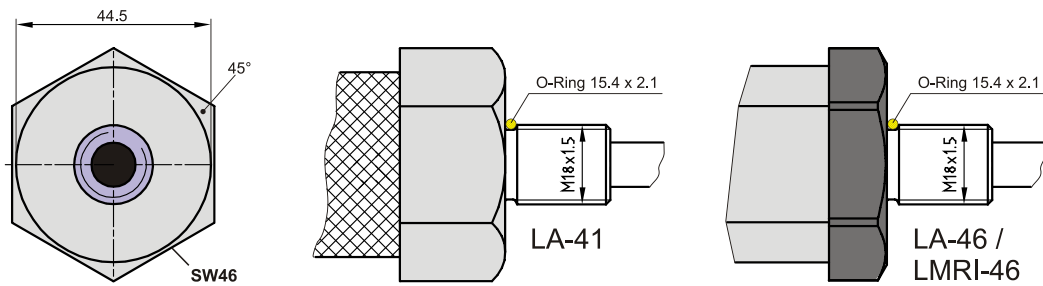
5.1.1 Axial sealing

LA-42	not specified dimensions see customized drawing!
 44.5 45° SW46	 2^{+0.1} 3.6^{+0.2} Steel Tube M18x15 Ø 28.1 O-Ring / 23.47x2.62
LA-65-H	not specified dimensions see customized drawing!
 72°(5x) 120°(3x) Ø 5(5x) 56^{±0.2}	 3.5 0.5x45° 2^{+0.1} 3.6^{+0.2} Steel Tube M18x15 Ø 28.1 Ø 33 O-Ring / 23.47x2.62
LA-66	not specified dimensions see customized drawing!
 Borehole Ø 5 4 deep (8x45°)	 8.5 2^{+0.1} 3.6^{+0.2} Steel Tube M18x15 Ø 28.1 Ø 33 O-Ring 23.47 x 2.62 16 1-0.1 2 5

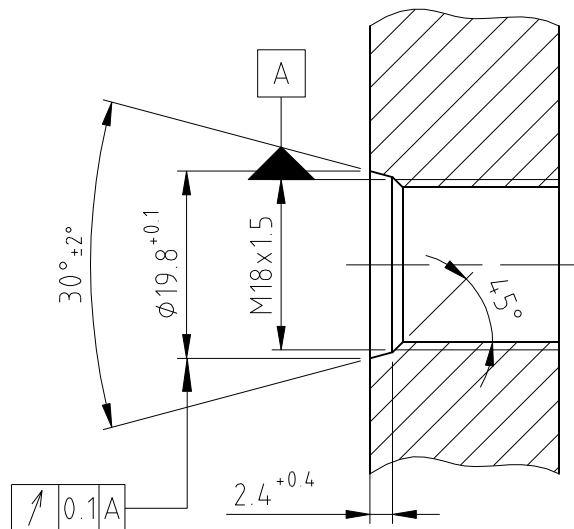
5.1.2 Radial sealing

LA-41 / LA-46 / LMRI-46 / LMR-70

not specified dimensions see customized drawing!



User requirements, thread M18x1.5 (mating part)

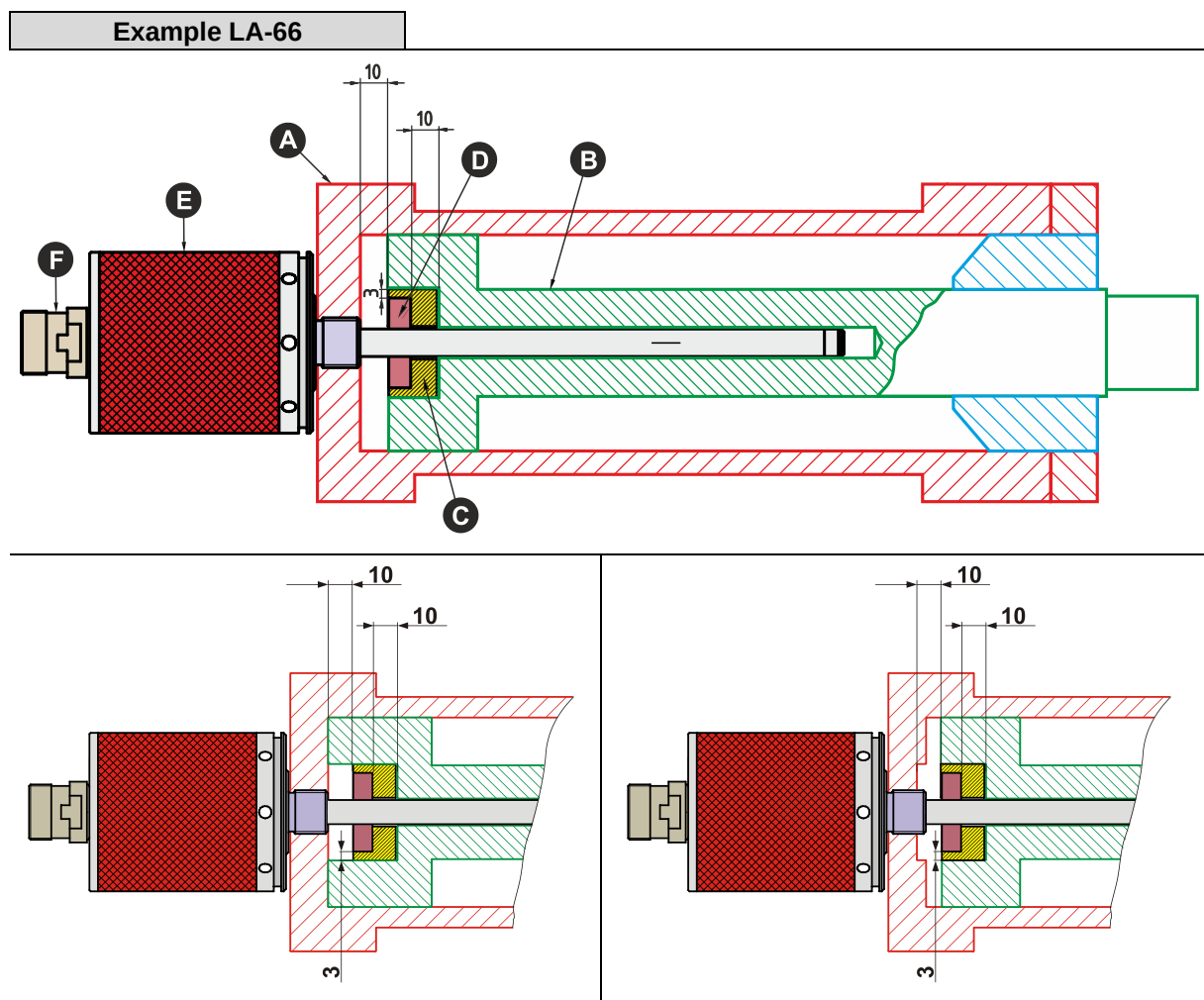


5.2 Installation types with magnetizable material

If at the installation of the linear sensor magnetizable materials are used, it is necessary to use not magnetizable material for the spacer with minimum 10 mm thickness and minimum 3 mm bigger than the perimeter of the position sensor. The spacer must be mounted between the position sensor and its mounting. For mounting the position sensor, screws must be used of not magnetizable materials such as brass, aluminum, plastic etc..

The TR-Linear-Sensors which are made for the external mounting into the hydraulic cylinder are screwed over a M18 x 1.5 thread. On the side of the flange the sealing is made radially or axially via an O-ring (No scope of supply!).

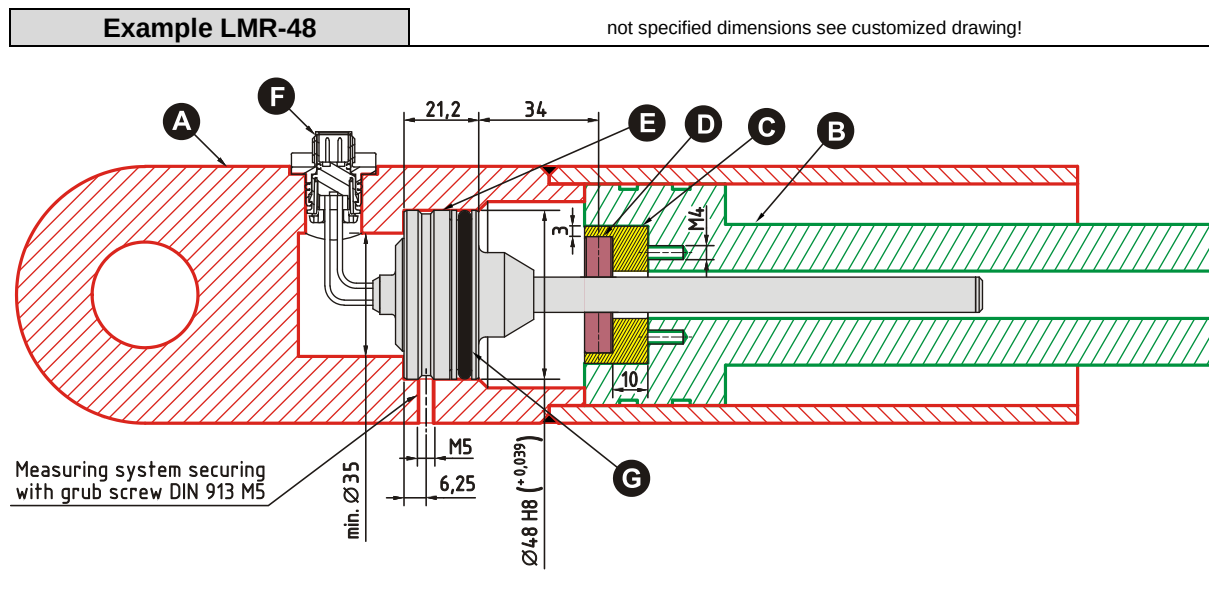
5.2.1 Mounting example LA-66



- A** Hydraulic cylinder
- B** Piston rod
- C** Spacer, consisting of not magnetizable material
- D** Magnet (Position sensor)
- E** Measuring system
- F** Connector plug

5.2.2 Mounting example LMR-48, version with M12-male connector

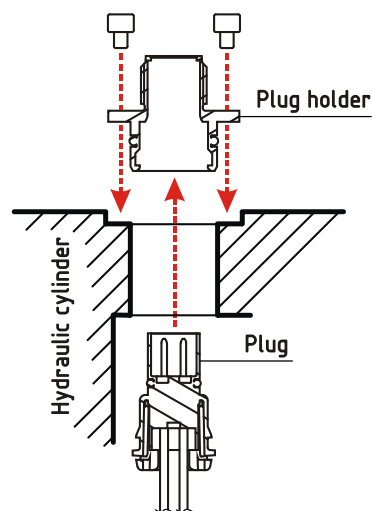
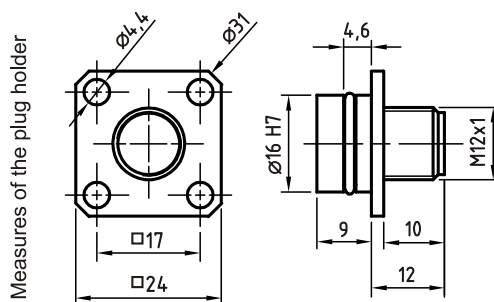
The LMR-48 linear sensor is fit into the hydraulic cylinder and secured from twisting with a grub screw (DIN 913 M5). The sealing is realized by means of an O ring at the device housing.



- A** Hydraulic cylinder
- B** Piston rod
- C** Spacer, consisting of not magnetizable material
- D** Magnet (Position sensor)
- E** Measuring system
- F** Plug with plug holder
- G** O ring

5.2.2.1 Plug mounting

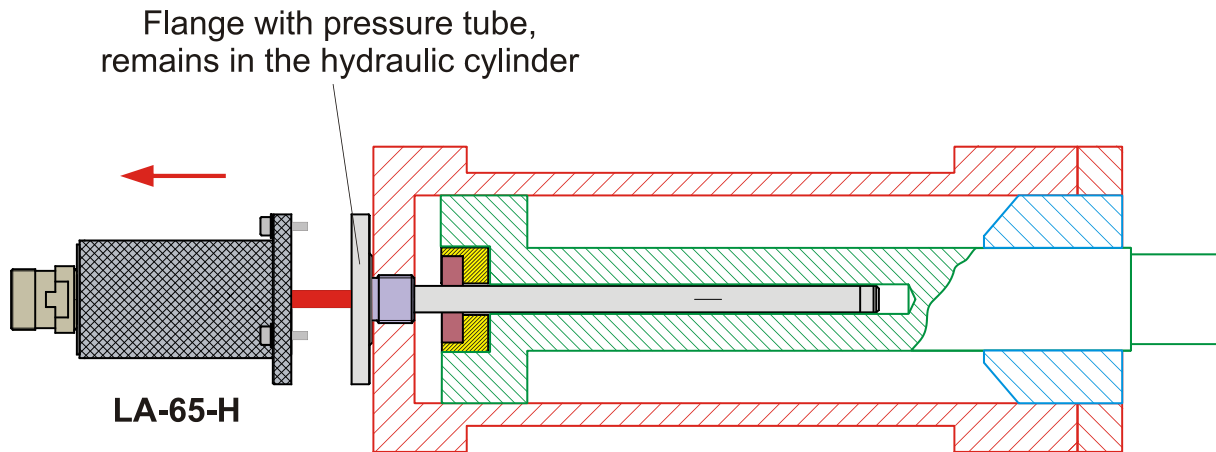
The plug is already pre-assembled and must be plugged through the drilling of the hydraulic cylinder in to the plug holder. The plug holder with the connected plug must be mounted now with four M4 cylinder head screws to the hydraulic cylinder.



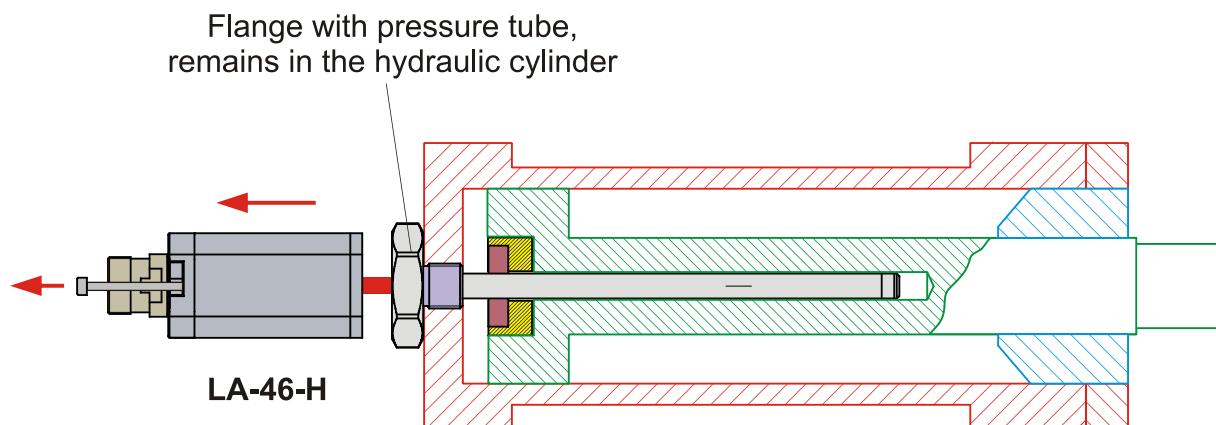
5.3 Unusual features

At the linear sensors of the series LA-65-H and LA-46-H the pressure tube and the sensor element are mechanically independent. Therefore the pressure tube remains at the sensor exchange in the hydraulic cylinder. Furthermore the hydraulics system remains under pressure and long emptying times or filling times are therefore dropped.

Example LA-65-H



Example LA-46-H



5.4 Required torque

5.4.1 Calculation example axial sealing

Sensor type with thread M18x1.5,
axial sealing via O-ring 23.47 x 2.62 (No scope of supply!)

LA-42 / LA-65-H / LA-66

A) Required locking force, dependent on the pressure on the flange

15	p =	600,0 bar	static hydraulic pressure at the sensor flange
16	d_Oring =	23,5 mm	O-ring-Ø, mounting surface
17	F_KI =	25 957,8 N	required locking force (related to hydraulic pressure)

B) Required mounting prestressing force, dependent on mounting case

18	ka =	1,6 [-]	Attraction factor for tightening with torque wrench (I)
19	kl =	1,2 [-]	Loosening factor for static load (II)
20	F_VM =	49 838,9 N	Mounting-prestressing force, related to ka and kl

C) Thread geometry and thread friction

21	D =	18,0	mm	Nominal thread diameter
22	P =	1,5	[-]	Thread lead
23	D2 =	17,03	mm	Pitch diameter
24	phi =	0,028	rad	Thread angle
25	my_k =	0,12	[-]	Friction coefficient for thread friction ¹ "leicht geölt" (III)
26	phi_G =	0,119	rad	Angle of friction, see my_k (11)
27	ra =	11,7	mm	Friction radius, see O-ring-Ø (2)

D) Required torque for p = 600 bar

28	MA =	133 Nm	Calculated torque (IV)
----	-------------	---------------	-------------------------------

(I) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-11

(II) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-9

(III) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-12a

(IV) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, equation 8.20

¹ "oiled easily"

5.4.2 Calculation example radial sealing

Sensor type with thread M18x1.5,
radial sealing via O-ring 15.4 x 2.1 (No scope of supply!)

LA-41 / LA-46 / LMRI-46 / LMR-70

A) Required locking force, dependent on the pressure on the flange

1	p =	600,0 bar	static hydraulic pressure at the sensor flange
2	d_Oring =	15,4 mm	O-ring-Ø, mounting surface
3	F_KI =	11 175,9 N	required locking force (related to hydraulic pressure)

B) Required mounting prestressing force, dependent on mounting case

4	ka =	1,6 [-]	Attraction factor for tightening with torque wrench (I)
5	kl =	1,2 [-]	Loosening factor for static load (II)
6	F_VM =	21 457,7 N	Mounting-prestressing force, related to ka and kl

C) Thread geometry and thread friction

7	D =	18,0	mm	Nominal thread diameter
8	P =	1,5	[-]	Thread lead
9	D2 =	17,03	mm	Pitch diameter
10	phi =	0,028	rad	Thread angle
11	my_k =	0,12	[-]	Friction coefficient for thread friction ² "leicht geölt" (III)
12	phi_G =	0,119	rad	Angle of friction, see my_k (11)
13	ra =	7,7	mm	Friction radius, see O-ring-Ø (2)

D) Required torque for p = 600 bar

14	MA =	47 Nm	Calculated torque (IV)
----	-------------	--------------	-------------------------------

(I) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-11

(II) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-9

(III) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, table A8-12a

(IV) see "Maschinenelemente" (Machine elements), Roloff/Matek, equation 8.20

² "oiled easily"

6 Accessories

www.tr-electronic.com/products/linear-encoders/accessories.html

Linear Encoder magnetostruktiv



Explosionsschutzgehäuse

Zusätzliche Sicherheitshinweise
Installation
Inbetriebnahme
Fehlerursachen und Abhilfen

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglishalde 6

Tel.: (0049) 07425/228-0

Fax: (0049) 07425/228-33

E-mail: info@tr-electronic.de

www.tr-electronic.de

Urheberrechtsschutz

Dieses Handbuch, einschließlich den darin enthaltenen Abbildungen, ist urheberrechtlich geschützt. Drittenwendungen dieses Handbuchs, welche von den urheberrechtlichen Bestimmungen abweichen, sind verboten. Die Reproduktion, Übersetzung sowie die elektronische und fotografische Archivierung und Veränderung bedarf der schriftlichen Genehmigung durch den Hersteller. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungsvorbehalt

Jegliche Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.

Dokumenteninformation

Ausgabe-/Rev.-Datum:	08/02/2022
Dokument-/Rev.-Nr.:	TR-ELA-BA-DGB-0025 v10
Dateiname:	TR-ELA-BA-DGB-0025-10.docx
Verfasser:	STB

Schreibweisen

Kursive oder **fette** Schreibweise steht für den Titel eines Dokuments oder wird zur Hervorhebung benutzt.

Courier-Schrift zeigt Text an, der auf dem Display bzw. Bildschirm sichtbar ist und Menüauswahlen von Software.

" < > " weist auf Tasten der Tastatur Ihres Computers hin (wie etwa <RETURN>).

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeines	5
1.1 Geltungsbereich.....	5
1.2 Verwendete Abkürzungen / Begriffe	6
2 Zusätzliche Sicherheitshinweise	7
2.1 Symbol- und Hinweis-Definition.....	7
2.2 Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären.....	7
3 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung.....	8
3.1 Grundsätzliche Regeln	8
3.2 Kabelspezifikation	9
3.3 Anschluss – Hinweise	9
3.4 Status-LEDs bei mehrfach redundanten Mess-Systemen	9
4 Analog – Schnittstelle.....	10
4.1 Mess-System-Variante mit Analog-Spannung.....	10
4.2 Mess-System-Variante mit Analog-Strom	11
4.3 Messbereich.....	12
4.3.1 Justage des Anfangs- und Endpunkts über zwei separate Eingänge	13
4.3.2 Zeitgesteuerte Justage des Anfangs- und Endpunkts über einen Eingang	13
5 Fehlerursachen und Abhilfen.....	14

Änderungs-Index

Änderung	Datum	Index
Erstausgabe	06.11.15	00
- LMRI-46 / LMPI-46 ergänzt - Technische Daten entfernt	19.01.17	01
Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären	25.04.17	02
LMRB-27 ergänzt	08.06.17	03
Zeitgesteuerte Festlegung des Anfangs- und Endpunkts (LM_S-34)	09.03.18	04
LMRB-27 Warnhinweis ergänzt	16.03.18	05
LMRB-27 Warnhinweis entfernt	07.06.18	06
Anpassung an Version mit 4-Pol.-Stecker	06.03.19	07
LMR-70 und Hinweise für mehrfach redundante Mess-Systeme ergänzt	15.07.19	08
LMR(B)-48 ergänzt	20.08.19	09
LA-80 ergänzt, Soft-Nr. 5320	02.08.22	10

1 Allgemeines

Das vorliegende schnittstellenspezifische Benutzerhandbuch beinhaltet folgende Themen:

- Ergänzende Sicherheitshinweise zu den bereits in der Montageanleitung definierten grundlegenden Sicherheitshinweisen
- Installation
- Inbetriebnahme
- Parametrierung
- Fehlerursachen und Abhilfen

Da die Dokumentation modular aufgebaut ist, stellt dieses Benutzerhandbuch eine Ergänzung zu anderen Dokumentationen wie z.B. Produktdatenblätter, Maßzeichnungen, Prospekte und der Montageanleitung etc. dar.

Das Benutzerhandbuch kann kundenspezifisch im Lieferumfang enthalten sein, oder kann auch separat angefordert werden.

1.1 Geltungsbereich

Dieses Benutzerhandbuch gilt ausschließlich für folgende Mess-System-Baureihen mit **Analog** Schnittstelle:

- LA-46 (K) / LP-46 (K)
- LMRI-46 / LMPI-46
- LMRS-34 / LMPS-34
- LMRB-27
- LMR(B)-48
- LMR-70
- LA-80

Die Produkte sind durch aufgeklebte Typenschilder gekennzeichnet und sind Bestandteil einer Anlage.

Es gelten somit zusammen folgende Dokumentationen:

- siehe Kapitel „Mitgelieferte Dokumente“ in der Montageanleitung
www.tr-electronic.de/f/TR-ELA-BA-DGB-0004
- optional: -Benutzerhandbuch mit Montageanleitung

1.2 Verwendete Abkürzungen / Begriffe

LA / LMR	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse
LMRB	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse Schnittstelleneinheit (Basisausführung)
LMRI	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse (Industrie-Standard)
LMRS	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Rohr-Gehäuse und abgesetzter Schnittstelleneinheit (Standardausführung)
LP	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse
LMPI	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse (Industrie-Standard)
LMPS	Linear-Absolutes-Mess-System, Ausführung mit Profil-Gehäuse (Standardausführung)
EMV	E lektro- M agnetische- V erträglichkeit

2 Zusätzliche Sicherheitshinweise

2.1 Symbol- und Hinweis-Definition



bedeutet, dass Tod oder schwere Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bedeutet, dass eine leichte Körperverletzung eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bedeutet, dass ein Sachschaden eintreten kann, wenn die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen nicht getroffen werden.



bezeichnet wichtige Informationen bzw. Merkmale und Anwendungstipps des verwendeten Produkts.

2.2 Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären

Für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären wird das Standard Mess-System je nach Anforderung in ein entsprechendes Explosionsschutzgehäuse eingebaut.

Die Produkte sind auf dem Typenschild mit einer zusätzlichen -Kennzeichnung gekennzeichnet.

Die „Bestimmungsgemäße Verwendung“, sowie alle Informationen für den gefahrlosen Einsatz des ATEX-konformen Mess-Systems in explosionsfähigen Atmosphären sind im -Benutzerhandbuch enthalten, welches der Lieferung beigelegt wird.

Das in das Explosionsschutzgehäuse eingebaute Standard Mess-System kann somit in explosionsfähigen Atmosphären eingesetzt werden.

Durch den Einbau in das Explosionsschutzgehäuse bzw. durch die Explosionsschutzanforderungen, ergeben sich Veränderungen an den ursprünglichen Eigenschaften des Mess-Systems.

Anhand der Vorgaben im -Benutzerhandbuch ist zu überprüfen, ob die dort definierten Eigenschaften den applikationsspezifischen Anforderungen genügen.

Der gefahrlose Einsatz erfordert zusätzliche Maßnahmen bzw. Anforderungen. Diese sind vor der Erstinbetriebnahme zu erfassen und müssen entsprechend umgesetzt werden.

3 Installation / Inbetriebnahmevorbereitung

3.1 Grundsätzliche Regeln

- Die Schirmwirkung von Kabeln muss auch nach der Montage (Biegeradien/Zugfestigkeit!) und nach Steckerwechseln garantiert sein. Im Zweifelsfall ist flexibleres und höher belastbares Kabel zu verwenden.
- Für den Anschluss des Mess-Systems sind nur Steckverbinder zu verwenden, die einen guten Kontakt vom Kabelschirm zum Steckergehäuse gewährleisten. Der Kabelschirm ist mit dem Steckergehäuse großflächig zu verbinden.
- Bei der Antriebs-/Motorverkabelung wird empfohlen, ein 5-adriges Kabel mit einem vom N-Leiter getrennten PE-Leiter (sogenanntes TN-Netz) zu verwenden. Hierdurch lassen sich Potenzialausgleichsströme und die Einkoppelung von Störungen weitgehend vermeiden.
- Für die gesamte Verarbeitungskette der Anlage müssen Potentialausgleichsmaßnahmen vorgesehen werden. Insbesondere müssen Ausgleichsströme infolge von Potenzialunterschieden über den Schirm zum Mess-System vermieden werden.
- Um eine hohe Störfestigkeit des Systems gegen elektromagnetische Störstrahlungen zu erzielen, muss eine geschirmte und verseilte Datenleitung verwendet werden. Der Schirm sollte **möglichst beidseitig** und gut leitend über großflächige Schirmschellen an Schutzterde angeschlossen werden. Nur wenn die Maschinenerde gegenüber der Schaltschrankterde stark mit Störungen behaftet ist, sollte man den Schirm **einseitig** im Schaltschrank erden.
- Getrennte Verlegung von Kraft- und Signalleitungen. Bei der Installation sind die nationalen Sicherheits- und Verlegerichtlinien für Daten- und Energiekabel zu beachten.
- Keine Stichleitungen
- Trennung bzw. Abgrenzung des Mess-Systems von möglichen Störsendern.
- Beachtung der Herstellerhinweise bei der Installation von Umrichtern, Schirmung der Kraftleitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor.
- Ausreichende Bemessung der Energieversorgung.
- Um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, sind die einschlägigen Normen und Richtlinien zu beachten. Insbesondere sind die EMV-Richtlinie sowie die Schirmungs- und Erdungsrichtlinien in den jeweils gültigen Fassungen zu beachten.
- Es wird empfohlen, nach Abschluss der Montagearbeiten eine visuelle Abnahme mit Protokoll zu erstellen.

3.2 Kabelspezifikation

Signal	Leitung (z.B. TR Art.-Nr.: 64-200-021)
Analog + / Analog -	min. 0,25 mm ² , jeweils paarig verseilt und geschirmt
Setzeingang	
Versorgung	min. 0,5 mm ² , paarig verseilt und geschirmt

3.3 Anschluss – Hinweise

Die elektrischen Ausstattungsmerkmale werden hauptsächlich durch die variable Anschluss-Technik vorgegeben.

Der Anschluss kann nur in Verbindung mit der gerätespezifischen Steckerbelegung vorgenommen werden!



Bei der Auslieferung des Mess-Systems wird jeweils eine Steckerbelegung in gedruckter Form beigelegt und sie kann nachträglich auch von der Seite „www.tr-electronic.de/service/downloads/steckerbelegungen.html“ heruntergeladen werden. Die Steckerbelegungsnummer ist auf dem Typenschild des Mess-Systems vermerkt.



Bei mehrfach redundanten Mess-Systemen muss der Anschluss für jede Schnittstelleneinheit separat vorgenommen werden.

3.4 Status-LEDs bei mehrfach redundanten Mess-Systemen

Mehrfach redundante Mess-Systeme besitzen für jede Schnittstelleneinheit eine separate Status-LED.

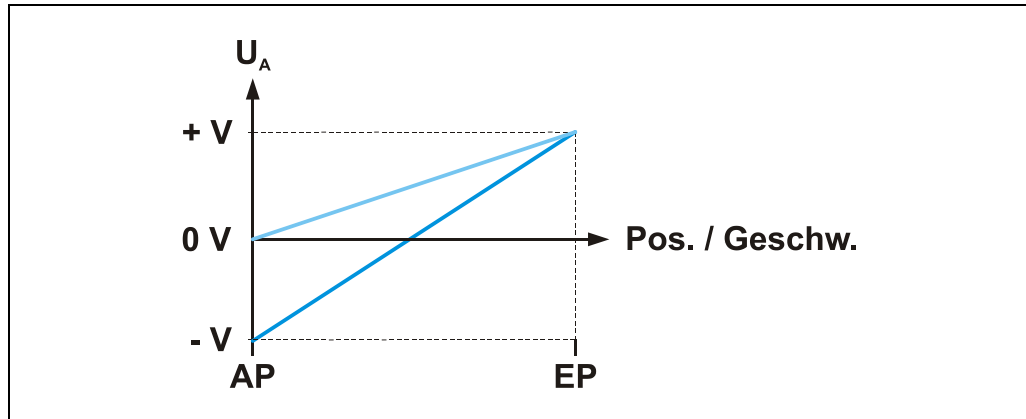
LED-Status	Bedeutung
Aus	Spannungsversorgung fehlt
An, grün	Schnittstelleneinheit ist betriebsbereit und Fehlerfrei
An, rot	Fehler bei der Schnittstelleneinheit aufgetreten

4 Analog – Schnittstelle

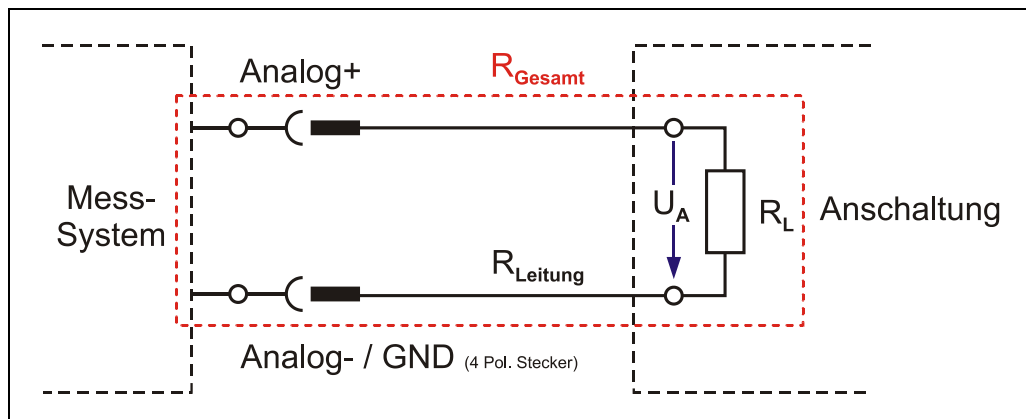
4.1 Mess-System-Variante mit Analog-Spannung

Über die Analog-Schnittstelle kann die Mess-System-Position als Spannungswert ausgegeben werden.

Analog-Spannung, Position / Geschwindigkeit



Prinzip-Schaltbild



Legende

U_A = aktuell gemessene Ausgangsspannung [V] *

AP = Anfangspunkt

EP = Endpunkt

Pos = Mess-System-Position

R_L = Lastwiderstand [Ω]

$R_{Leitung}$ = Leitungswiderstand [Ω]

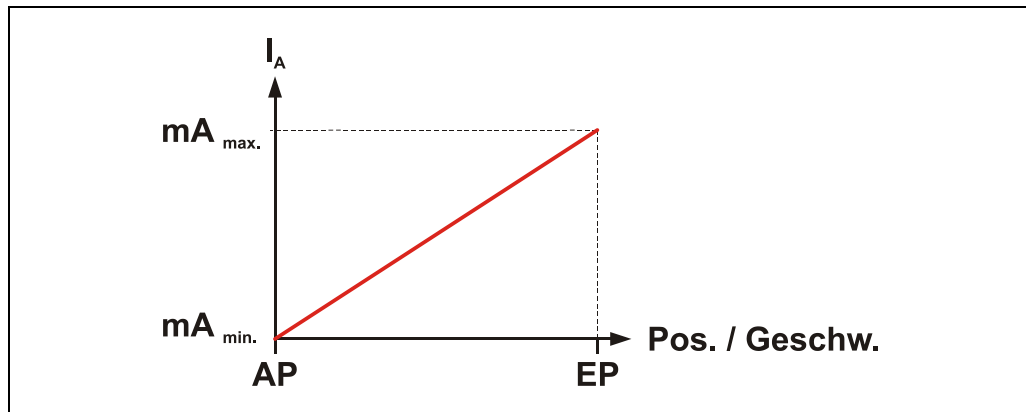
R_{Gesamt} = Gesamtwiderstand [Ω] = $R_{Leitung} + R_L = > 1 \text{ k}\Omega$

* vorzeichenbehaftet

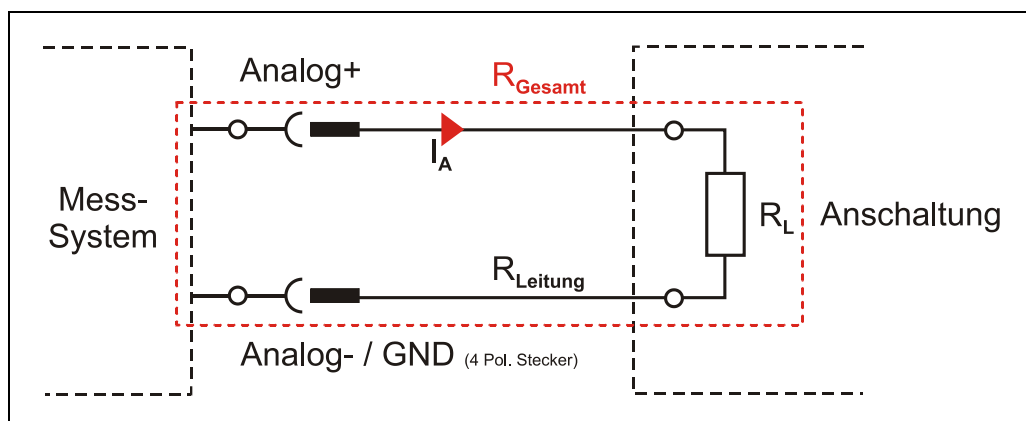
4.2 Mess-System-Variante mit Analog-Strom

Über die Analog-Schnittstelle kann die Mess-System-Position als Stromwert ausgegeben werden.

Analog-Strom, Position / Geschwindigkeit



Prinzip-Schaltbild



Legende

- I_A = gemessener Ausgangsstrom [mA]
- $A_{max.}$ = maximaler Analog-Strom
- $A_{min.}$ = minimaler Analog-Strom
- AP = Anfangspunkt
- EP = Endpunkt
- Pos = Mess-System-Position
- R_L = Lastwiderstand [Ω]
- $R_{Leitung}$ = Leitungswiderstand [Ω]
- R_{Gesamt} = Gesamtwiderstand [Ω] = $R_{Leitung} + R_L$ = 0 bis max. 500 Ω

4.3 Messbereich



Der Messbereich mit Anfangs- und Endpunkt ist entweder fest ab Werk programmiert oder kann, abhängig von der Mess-System-Ausführung und dem Anschluss, selbst festgelegt werden. Siehe Kap.: 4.3.1 oder 4.3.2 und die gerätespezifische Steckerbelegung.



Bei mehrfach redundanten Mess-Systemen ist der Messbereich für jede Abtasteinheit separat zu sehen.

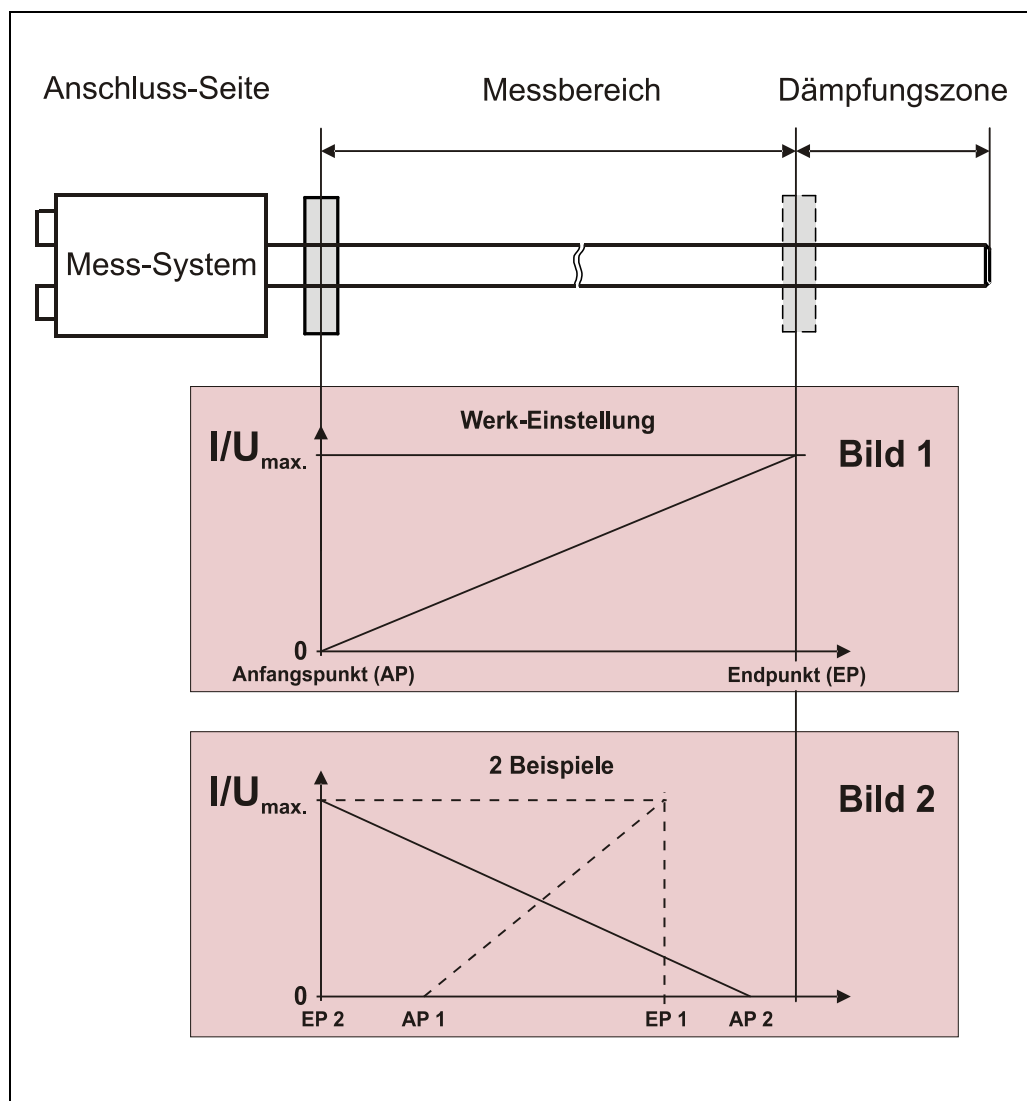


Bild 1: Messung des Analogsignals mit der werkseitigen Einstellung.

Bild 2: Beispiele für die Einstellung eines ansteigenden- und abfallenden Analogsignals.

4.3.1 Justage des Anfangs- und Endpunkts über zwei separate Eingänge

Festlegen des Anfangspunkts:

- Verfahren des Sensormagneten auf die gewünschte Anfangsposition.
- Beschalten des Eingangs "Anfangspunkt" mit 24 VDC $\pm 10\%$, >200 ms.
- Position wird gespeichert und als niederster Analogwert ausgegeben.

Festlegen des Endpunkts:

- Verfahren des Sensormagneten auf die gewünschte Endposition.
- Beschalten des Eingangs "Endpunkt" mit 24 VDC $\pm 10\%$, >200 ms.
- Position wird gespeichert und als höchster Analogwert ausgegeben.

4.3.2 Zeitgesteuerte Justage des Anfangs- und Endpunkts über einen Eingang

Festlegen des Anfangspunkts:

- Verfahren des Sensormagneten auf die gewünschte Anfangsposition.
- Beschalten des Setz-Eingangs mit 24 VDC $\pm 10\%$, zwischen 50 ms und 3 s.
- Position wird gespeichert und als niederster Analogwert ausgegeben.

Festlegen des Endpunkts:

- Verfahren des Sensormagneten auf die gewünschte Endposition.
- Beschalten des Setz-Eingangs für 24 VDC $\pm 10\%$, >3 s
- Position wird gespeichert und als höchster Analogwert ausgegeben.

5 Fehlerursachen und Abhilfen

Störung	Ursache	Abhilfe
Positionssprünge des Mess- Systems	starke Vibrationen	Vibrationen, Schläge und Stöße z.B. an Pressen, werden mit so genannten "Schockmodulen" gedämpft. Wenn der Fehler trotz dieser Maßnahmen wiederholt auftritt, muss das Mess-System getauscht werden.
	elektrische Störungen EMV	Gegen elektrische Störungen helfen eventuell isolierende Flansche aus Kunststoff, sowie Kabel mit paarweise verdrehten Adern für Daten und Versorgung. Die Schirmung und die Leitungsführung müssen nach den Aufbaurichtlinien der Spezifikation ausgeführt sein.

Analog interface

Linear Encoder magnetostrictive

 Explosion Protection Enclosure

- Additional safety instructions
- Installation
- Parameterization
- Cause of faults and remedies

**User Manual
Interface**

TR-Electronic GmbH

D-78647 Trossingen

Eglshalde 6

Tel.: (0049) 07425/228-0

Fax: (0049) 07425/228-33

email: info@tr-electronic.de

www.tr-electronic.com

Copyright protection

This Manual, including the illustrations contained therein, is subject to copyright protection. Use of this Manual by third parties in contravention of copyright regulations is not permitted. Reproduction, translation as well as electronic and photographic archiving and modification require the written content of the manufacturer. Violations shall be subject to claims for damages.

Subject to modifications

The right to make any changes in the interest of technical progress is reserved.

Document information

Release date / Rev. date:	08/02/2022
Document / Rev. no.:	TR-ELA-BA-DGB-0025 v10
File name:	TR-ELA-BA-DGB-0025-10.docx
Author:	STB

Font styles

Italic or **bold** font styles are used for the title of a document or are used for highlighting.

`Courier` font displays text, which is visible on the display or screen and software menu selections.

" < " > " indicates keys on your computer keyboard (such as <RETURN>).

Contents

1 General information	19
1.1 Applicability	19
1.2 Abbreviations used / Terminology	20
2 Additional safety instructions	21
2.1 Definition of symbols and instructions	21
2.2 Usage in explosive atmospheres.....	21
3 Installation / Preparation for commissioning	22
3.1 Basic rules	22
3.2 Cable definition	23
3.3 Connection – Notes	23
3.4 Status LEDs at multiple redundant measuring systems.....	23
4 Analog interface	24
4.1 Measuring system version with Analog-Voltage	24
4.2 Measuring system version with Analog-Current	25
4.3 Measuring Range	26
4.3.1 Adjustment of the start and end point via two separate inputs	27
4.3.2 Timed adjustment of the start and end point via one input.....	27
5 Causes of faults and remedies	28

Revision index

Revision	Date	Index
First release	08/28/15	00
- LMRI-46 / LMPI-46 added - Technical data removed	01/19/17	01
Usage in explosive atmospheres	04/25/17	02
LMRB-27 added	06/08/15	03
Timed determination of the start and end point (LM_S-34)	03/09/18	04
LMRB-27 warning added	03/16/18	05
LMRB-27 warning removed	06/07/18	06
Adaptation to version with 4-pin connector	03/06/19	07
LMR-70 and notes for multiple redundant measuring systems added	07/15/19	08
LMR(B)-48 added	08/20/19	09
LA)-80 added, Soft no. 5320	08/02/22	10

1 General information

This interface-specific User Manual includes the following topics:

- Safety instructions in addition to the basic safety instructions defined in the Assembly Instructions
- Installation
- Commissioning
- Parameterization
- Cause of faults and remedies

As the documentation is arranged in a modular structure, this User Manual is supplementary to other documentation, such as product datasheets, dimensional drawings, leaflets and the assembly instructions etc.

The User Manual may be included in the customer's specific delivery package or it may be requested separately.

1.1 Applicability

This User Manual applies exclusively to measuring system models according to the following type designation code with **Analog** interface:

- LA-46 (K) / LP-46 (K)
- LMRI-46 / LMPI-46
- LMRS-34 / LMPS-34
- LMRB-27
- LMR(B)-48
- LMR-70
- LA-80

The products are labelled with affixed nameplates and are components of a system.

The following documentation therefore also applies:

- see chapter "Other applicable documents" in the Assembly Instructions
www.tr-electronic.com/f/TR-ELA-BA-DGB-0004
- optional: -User Manual with assembly instructions

1.2 Abbreviations used / Terminology

LA / LMR	Linear Absolute Measuring System, type with tube-housing
LMRB	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing (Basic version)
LMRI	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing (Industrial standard)
LMRS	Linear-Absolute Measuring System, type with tube-housing and decentralized interface unit (Standard version)
LP	Linear Absolute Measuring System, type with profile-housing
LMPI	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing (Industrial standard)
LMPS	Linear-Absolute Measuring System, type with profile-housing (Standard version)
EMC	E lectro- M agnetic- C ompatibility

2 Additional safety instructions

2.1 Definition of symbols and instructions



means that death or serious injury can occur if the required precautions are not met.



means that minor injuries can occur if the required precautions are not met.

NOTICE

means that damage to property can occur if the required precautions are not met.



indicates important information or features and application tips for the product used.

2.2 Usage in explosive atmospheres

When used in explosive atmospheres, the standard measuring system has to be installed in an appropriate explosion protective enclosure and subject to requirements.

The products are labeled with an additional  marking on the nameplate:

The “intended use” as well as any information on the safe usage of the ATEX-compliant measuring system in explosive atmospheres are contained in the  User Manual which is enclosed when the device is delivered.

Standard measuring systems that are installed in the explosion protection enclosure can therefore be used in explosive atmospheres.

When the measuring system is installed in the explosion protection enclosure, which means that it meets explosion protection requirements, the properties of the measuring system will no longer be as they were originally.

Following the specifications in the  User Manual, please check whether the properties defined in that manual meet the application-specific requirements.

Fail-safe usage requires additional measures and requirements. Such measures and requirements must be determined prior to initial commissioning and must be taken and met accordingly.

3 Installation / Preparation for commissioning

3.1 Basic rules

- The shielding effect of cables must also be ensured after installation (bending radii/tensile strength!) and after connector changes. In cases of doubt, use more flexible cables with a higher current carrying capacity.
- Only use connectors for connecting the measuring system, which ensure good contact between the cable shield and the connector housing. Connect the cable shield to the connector housing over a large area.
- A 5-wire cable with a PE-conductor isolated from the N-conductor (so-called TN network) should be used for the drive/motor cabling. This will largely prevent equipotential bonding currents and the development of interference.
- Equipotential bonding measures must be provided for the complete processing chain of the system. In particular compensating currents caused by differences in potential across the shield to the measuring system must be prevented.
- A shielded and stranded data cable must be used to ensure high electromagnetic interference stability of the system. The shielding should be connected with low resistance to protective ground using large shield clips at **both ends**. The shielding should be grounded **in the switch cabinet only** if the machine ground is heavily contaminated with interference towards the switch cabinet ground.
- Power and signal cables must be laid separately. During installation, observe the applicable national safety and installation regulations for data and power cables.
- No stub lines.
- Separation respectively differentiation of the measuring system from possible interfering transmitters.
- Observe the manufacturer's instructions for the installation of converters and for shielding power cables between frequency converter and motor.
- Ensure adequate dimensioning of the energy supply.
- The applicable standards and guidelines are to be observed to insure safe and stable operation. In particular, the applicable EMC directive and the shielding and grounding guidelines must be observed.
- Upon completion of installation, a visual inspection with report should be carried out.

3.2 Cable definition

Signal	Line (e.g. TR Art.-No.: 64-200-021)
Analog + / Analog -	min. 0,25 mm ² , twisted in pairs and shielded
Set-Input	
Supply voltage	min. 0,5 mm ² , twisted in pairs and shielded

3.3 Connection – Notes

Mainly, the electrical characteristics are defined by the variable connection technique.



The connection can be made only in connection with the device specific pin assignment!

At the delivery of the measuring system one device specific pin assignment in printed form is enclosed and it can be downloaded afterwards from the page „www.tr-electronic.com/service/downloads/pin-assignments.html“. The number of the pin assignment is noted on the nameplate of the measuring system.



For multiple redundant measuring systems, the connection must be carried out separately for each interface unit.

3.4 Status LEDs at multiple redundant measuring systems

Multiple redundant measuring systems have a separate status LED for each interface unit.

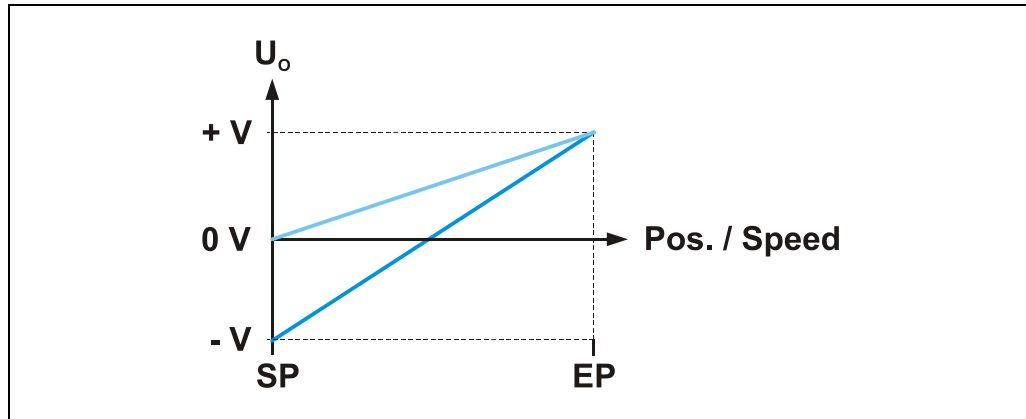
LED Status	Meaning
off	no supply voltage
on, green	Interface unit is ready for operation and error free
on, red	Error occurred at the interface unit

4 Analog interface

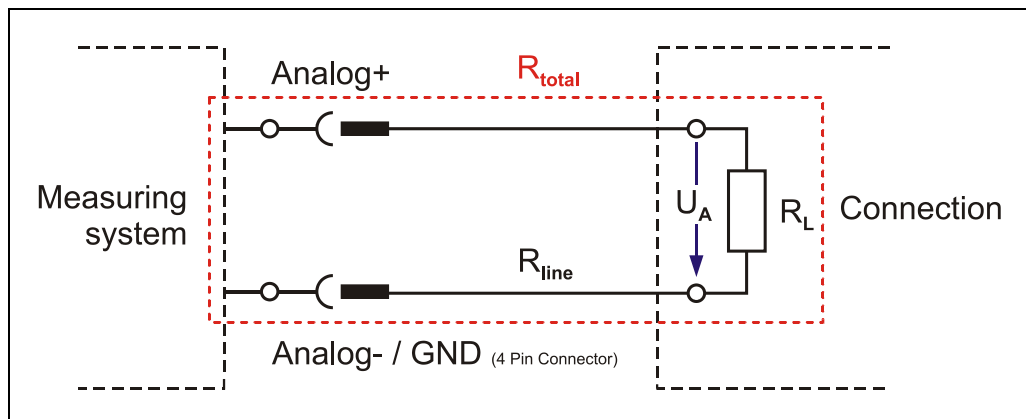
4.1 Measuring system version with Analog-Voltage

Over the analog interface the measuring system position can be output as voltage value.

Analog Voltage, Position / Speed



Principle schematic



Legend

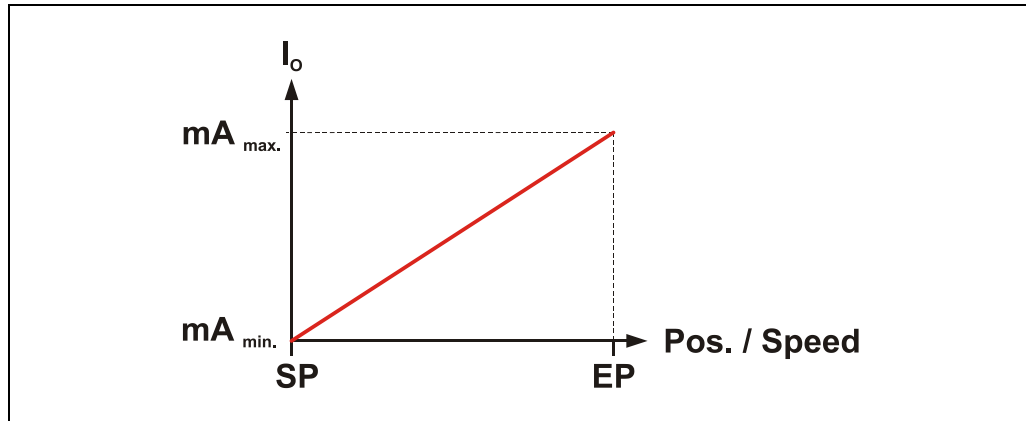
- U_o = actual measured output voltage [V] *
- SP = Start point
- EP = End point
- Pos = Measuring system position
- R_L = Load resistor [Ω]
- R_{line} = Line resistance [Ω]
- R_{total} = Total resistance [Ω] = $R_{line} + R_L$, > 1 k Ω

* signed

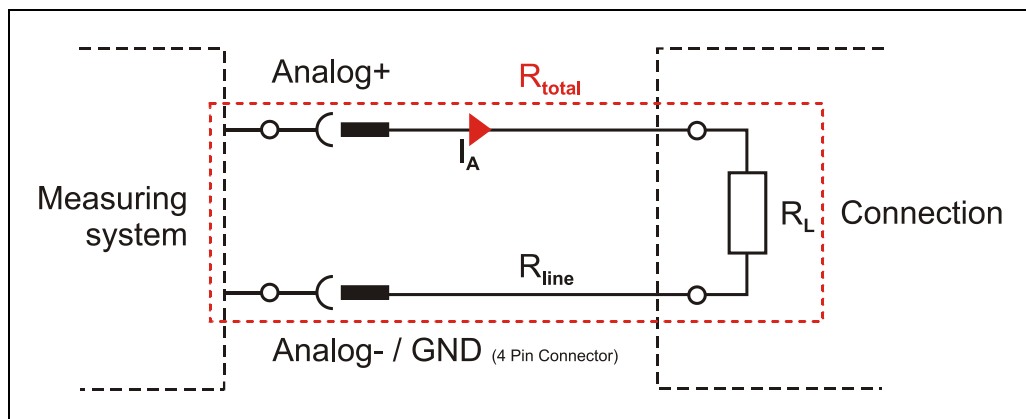
4.2 Measuring system version with Analog-Current

Over the analog interface the measuring system position can be output as current value.

Analog Current, Position / Speed



Principle schematic



Legend

- I_o = actual measured output current [mA]
- $\text{mA}_{\text{max.}}$ = maximal analog current
- $\text{mA}_{\text{min.}}$ = minimal analog current
- SP = Start point
- EP = End point
- Pos = Measuring system position
- R_L = Load resistor [Ω]
- R_{line} = Line resistance [Ω]
- R_{total} = Total resistance [Ω] = $R_{\text{line}} + R_L$, 0 up to 500 Ω

4.3 Measuring Range



The measuring range with start and end point is either factory-programmed or, depending on the measuring system version and the connection, it can be set by the customer. See chapters 4.3.1 or 4.3.2 and the device-specific pin assignment.



For multiple redundant measuring systems, the measuring range for each scanning unit must be seen separately.

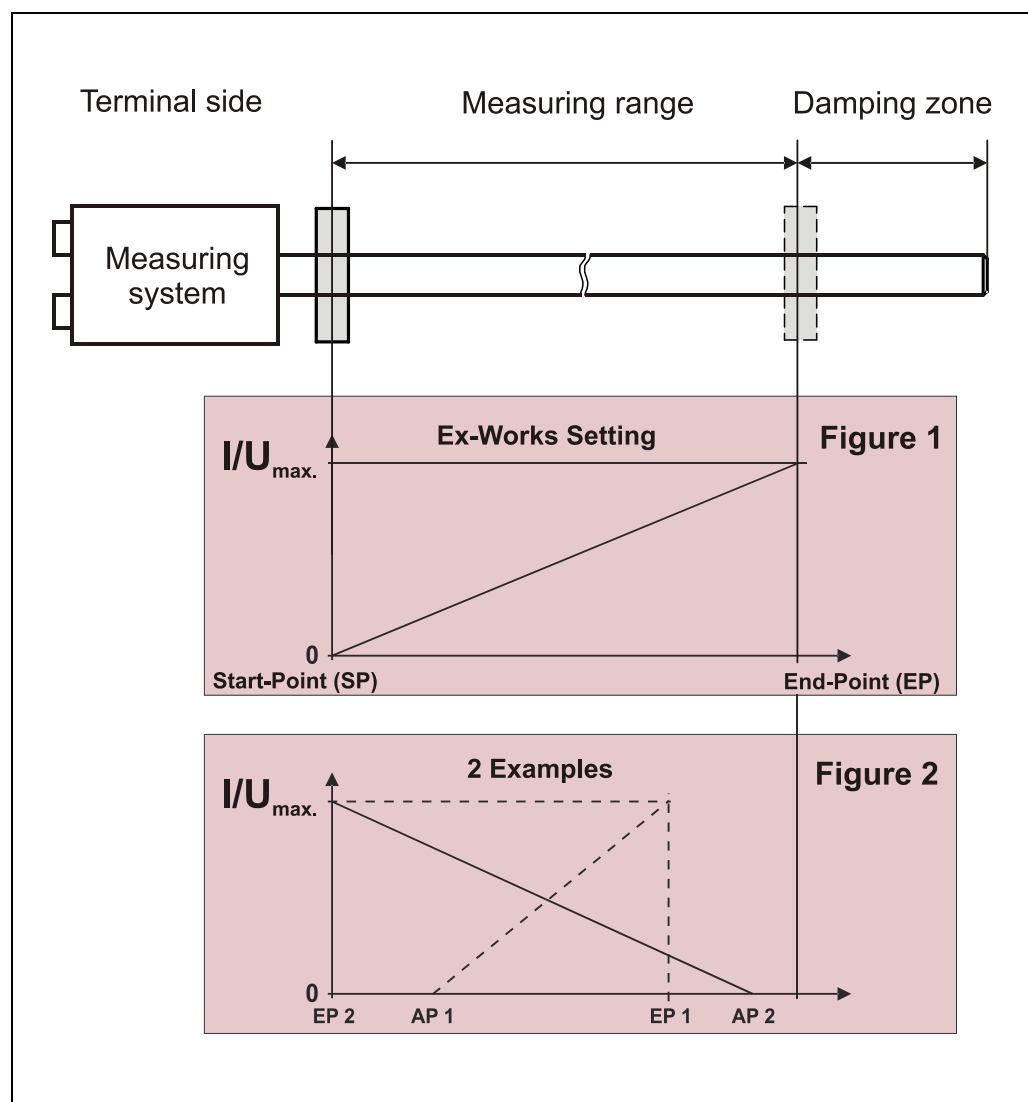


Figure 1: Measurement of the analog signal with the ex-works setting.

Figure 2: Examples of the setting of a rising and falling analog signal.

4.3.1 Adjustment of the start and end point via two separate inputs

Set the Start-Point:

- Displacement of the position sensor (permanent magnet) to the desired start position.
- Connecting the input "Start point" to 24 VDC $\pm 10\%$, >200 ms.
- Position is saved and the lowest analog value is output.

Set the End-Point:

- Displacement of the position sensor (permanent magnet) to the desired end position.
- Connecting the input "End point" to 24 VDC $\pm 10\%$, >200 ms.
- Position is saved and the highest analog value is output.

4.3.2 Timed adjustment of the start and end point via one input

Set the Start-Point:

- Displacement of the position sensor (permanent magnet) to the desired start position.
- Connecting the input "Start point" to 24 VDC $\pm 10\%$ for between 50 ms and 3 s.
- Position is saved and the lowest analog value is output.

Set the End-Point:

- Displacement of the position sensor (permanent magnet) to the desired end position.
- Connecting the input "End point" to 24 VDC $\pm 10\%$ for >3 s.
- Position is saved and the highest analog value is output.

5 Causes of faults and remedies

<i>Fault</i>	<i>Cause</i>	<i>Remedy</i>
Position skips of the measuring system	Strong vibrations	Vibrations, impacts and shocks, e.g. on presses, are dampened with "shock modules". If the error recurs despite these measures, the measuring system must be replaced.
	Electrical faults EMC	Perhaps isolated flanges made of plastic help against electrical faults, as well as cables with twisted pair wires for data and supply. Shielding and wire routing must be performed according to the construction guidelines.

EU-Konformitätserklärung / EU Declaration of Conformity

Die in der angehängten Gültigkeitsliste aufgeführten Linear Mess-Systeme wurde entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung der folgenden EU-Richtlinien:

The linear measuring systems listed in the attached list of validity have been developed, designed and manufactured in accordance with the following EU directives:

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) <i>Electromagnetic Compatibility (EMC)</i>	2014/30/EU (L 96/79)
Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS) <i>Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS)</i>	2011/65/EU (L 174/88)

in alleiniger Verantwortung von / *under the sole responsibility of:*

TR-Electronic GmbH
Eglishalde 6
D - 78647 Trossingen
Tel.: 07425/228-0
Fax: 07425/228-33
Deutschland / Germany

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt / *The following harmonized standards were applied:*

Fachgrundnorm Elektromagnetische Verträglichkeit, Störfestigkeit (Industriebereich) <i>Generic standards - Electromagnetic compatibility, Immunity (Industrial environments)</i>	EN 61000-6-2:2005/AC:2005
Fachgrundnorm Elektromagnetische Verträglichkeit, Störaussendung (Wohnbereich) <i>Generic standards - Electromagnetic compatibility, Emissions (Commercial environments)</i>	EN 61000-6-3:2007/A1:2011
Technische Dokumentation zur Beurteilung von Elektro- und Elektronikgeräten hinsichtlich der Beschränkung gefährlicher Stoffe <i>Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances</i>	EN IEC 63000:2018



Trossingen, 02/10/2023

Klaus Tessari, Geschäftsleitung / CEO

Gültigkeitsliste / List of validity

Baureihe / Series: LMRB 27

Order No.: 341-xxxxxx, 343-xxxxxx
Type: LMRB-27

Baureihe / Series: LMP 30

Order No.: 322-xxxxxx
Type: LMP-30

Baureihe / Series: LMRS 34

Order No.: 344-xxxxxx
Type: LMRS-34

Baureihe / Series: LMPS 34

Order No.: 345-xxxxxx
Type: LMPS-34

Baureihe / Series: LP 38

Order No.: 307-xxxxxx
Type: LP-38

Baureihe / Series: LA 41

Order No.: 304-xxxxxx, 305-xxxxxx, 306-xxxxxx, 309-xxxxxx
Type: LA-41, LA-41A, LA-41K, LA-41KA

Baureihe / Series: LA 42

Order No.: 311-xxxxxx
Type: LA-42, LA-42K

Baureihe / Series: LA 46

Order No.: 321-xxxxxx
Type: LA-46, LA-46K, LA-46H, LA-46KH, LA-46/42, LA-46/42K

Baureihe / Series: LP 46

Order No.: 320-xxxxx
Type: LP-46, LP-46K

Baureihe / Series: LMRI 46

Order No.: 339-xxxxx
Type: LMRI-46

Baureihe / Series: LMPI 46

Order No.: 340-xxxxx
Type: LMPI-46

Baureihe / Series: LA 47

Order No.: 328-xxxxx, 338-xxxxx
Type: LA-47

Baureihe / Series: LMR 48

Order No.: 327-xxxxx
Type: LMR-48

Baureihe / Series: LMP 48

Order No.: 333-xxxxx
Type: LMP-48

Baureihe / Series: LA 50

Order No.: 325-xxxxx
Type: LA-50

Baureihe / Series: LMC 55

Order No.: 326E-xxxxx, 326M-xxxxx, 326S-xxxxx
Type: LMC-55

Baureihe / Series: LA 66

Order No.: 312-xxxxxx
Type: LA-66, LA-66K

Baureihe / Series: LMR 70

Order No.: 335-xxxxxx
Type: LMR-70

Baureihe / Series: LA 80

Order No.: 314-xxxxxx
Type: LA-80

Baureihe / Series: LAK01

Order No.: 315-xxxxxx
Type: LAK01



UK Declaration of Conformity

The linear measuring systems listed in the attached list of validity have been developed, designed and manufactured in accordance with the UK statutory instruments and their amendments:

The Electromagnetic Compatibility Regulations 2016	S.I. 2016 No. 1091
The Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations 2012	S.I. 2012 No. 3032

under the sole responsibility of the manufacturer:

TR-Electronic GmbH
Eglishalde 6
D - 78647 Trossingen
Tel.: +49 7425/228-0
Fax: +49 7425/228-33
Germany

Name and address of authorised representative:

TR-Electronic Ltd.
4 William House
Old St. Michaels Drive
GB - Braintree Essex CM7 2AA
Tel.: +44 1 371 876 187
Fax: +44 1 371 876 287

The following designated standards were applied:

Generic standards - Electromagnetic compatibility, Immunity (Industrial environments)	EN 61000-6-2:2005/AC:2005
Generic standards - Electromagnetic compatibility, Emissions (Commercial environments)	EN 61000-6-3:2007/A1:2011
Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect to the restriction of hazardous substances	EN IEC 63000:2018

Trossingen, 02/10/2023



Mr. Klaus Tessari, CEO

List of validity

Series: LMRB 27

Order No.: 341-xxxxxx, 343-xxxxxx
Type: LMRB-27

Series: LMP 30

Order No.: 322-xxxxxx
Type: LMP-30

Series: LMRS 34

Order No.: 344-xxxxxx
Type: LMRS-34

Series: LMPS 34

Order No.: 345-xxxxxx
Type: LMPS-34

Series: LP 38

Order No.: 307-xxxxxx
Type: LP-38

Series: LA 41

Order No.: 304-xxxxxx, 305-xxxxxx, 306-xxxxxx, 309-xxxxxx
Type: LA-41, LA-41A, LA-41K, LA-41KA

Series: LA 42

Order No.: 311-xxxxxx
Type: LA-42, LA-42K

Series: LA 46

Order No.: 321-xxxxxx
Type: LA-46, LA-46K, LA-46H, LA-46KH, LA-46/42, LA-46/42K

Series: LP 46

Order No.: 320-xxxxxx
Type: LP-46, LP-46K

Series: LMRI 46

Order No.: 339-xxxxxx
Type: LMRI-46

Series: LMPI 46

Order No.: 340-xxxxxx
Type: LMPI-46

Series: LA 47

Order No.: 328-xxxxxx, 338-xxxxxx
Type: LA-47

Series: LMR 48

Order No.: 327-xxxxxx
Type: LMR-48

Series: LMP 48

Order No.: 333-xxxxxx
Type: LMP-48

Series: LA 50

Order No.: 325-xxxxxx
Type: LA-50

Series: LMC 55

Order No.: 326E-xxxxxx, 326M-xxxxxx, 326S-xxxxxx
Type: LMC-55

Series: LA 66

Order No.: 312-xxxxxx
Type: LA-66, LA-66K

Series: LMR 70

Order No.: 335-xxxxxx
Type: LMR-70

Series: LA 80

Order No.: 314-xxxxxx
Type: LA-80

Series: LAK01

Order No.: 315-xxxxxx
Type: LAK01

LA_46K*1000 ANA_I +JUSTAGE

4...20mA 16 bit incl. Gegenst.



Abb. ähnlich

Ref.: 321-00597

01.07.2025

010201005003040299

Vorteile

- Druckfestes Rohrgehäuse
- Justage über Setzeingänge
- Kundenspezifische Lösungen
- Misst lineare Bewegungen
- Option: Sensor tauschbar
- Verschleißfreie Abtastung
- Weitere Schnittstellen
- Zum Direkteinbau in Zylinder

Technische Daten zu 321-00597

STABLAENGE	1.090,00 mm
MESSLAENGE	1.000,00 mm
STABSPITZENLAGERUNG	NEIN
SCHNITTSTELLE	ANALOG-JUSTAGE
AUSGANGSPEGEL	4..20mA
AUFLOESUNG	16 BIT
VERSORGUNGSSPANNUNG	24V+/-10%
ARBEITSTEMPERATUR	0-70°C
FLANSCHTYP	STAHLFLANSCH ABGEPRESST
MAGNET-TYP	T4-M33
ANSCHLUSSART	BINDER 8P
ANSCHLUSSRICHTUNG	AXIAL
GEGENSTECKER	JA

Änderungen vorbehalten.

TR-Electronic GmbH
 Eglishalde 6
 78647 Trossingen
 Tel. +49 (0) 7425 228-0
 info@tr-electronic.de
www.tr-electronic.de

LA_46K*1000 ANA_I +JUSTAGE

4...20mA 16 bit incl. Gegenst.

Ref.: 321-00597

01.07.2025

010201005003040299

Technische Daten zu 321-00597

OPTION-LA	VERKÜRZTE BAUFORM
ZEICHNUNGSNR	04-K321-V0078
SOFTNR	5840
STECKERBELEGUNGSNR	2289
VERSIONSNR	A
DOKUMENTATIONS-NR	DOKUMENTE
AL:	N
ECCN:	N

Allgemeine Daten zu K-LA46-A-1

Versorgung	
- Versorgungsspannung	24 VDC $\pm$ 10 %
Stromaufnahme ohne Last	$\leq$ 100 mA
Messprinzip	magnetostruktiv
Messlänge, Standard	50...4000 mm, in Stufen
Auflösung	0,001 mm
Linearitätsabweichung	$\pm$ 0,10 mm $\leq$ 1500 mm
	$\pm$ 0,15 mm $>$ 1500 mm
Reproduzierbarkeit	0,005 mm
Hysteresis	0,02 mm $\leq$ 1500 mm
	0,1 mm $>$ 1500 mm
Kenndaten - Gültigkeit	bei Einsatz von TR Magneten
Temperaturkoeffizient	$<$ 40 ppm/ $^{\circ}$ C FS
- FS:	Gesamtmessbereich (full-scale)
Verfahrgeschwindigkeit	beliebig
Einbaulage	beliebig
Material - Mess-Körper	Cr/Ni-Legierung
Stabspitzenlagerung	Option
Magnet	T4-M33
	andere auf Anfrage
Analog - Schnittstelle	
- Spannung/Strom	Werkseinstellung
- Auflösung	16 Bit D/A Wandler

Änderungen vorbehalten.

LA_46K*1000 ANA_I +JUSTAGE

4...20mA 16 bit incl. Gegenst.

Ref.: 321-00597

01.07.2025

010201005003040299

Allgemeine Daten zu K-LA46-A-1

- Spannungsausgang	0...+10 VDC
- Spannungsausgang	-10...+10 VDC
- Lastwiderstand (U)	$\geq 0,68 \text{ k}\Omega$
- Stromausgang	0...20 mA
- Stromausgang	4...20 mA
- Lastwiderstand (I)	$\leq 500 \text{ }\Omega$
Zykluszeit intern, $\leq 1,00 \text{ m}$	0,50 ms
Zykluszeit intern, $\leq 1,50 \text{ m}$	0,75 ms
Zykluszeit intern, $\leq 2,00 \text{ m}$	1,00 ms
Zykluszeit intern, $\leq 3,00 \text{ m}$	2,00 ms
Zykluszeit intern, $> 3,00 \text{ m}$	4,00 ms
Externe Eingänge	
- Setzeingang 1	Analog-Anfangspunkt
- Setzeingang 2	Analog-Endpunkt
- Logischer Zustand	„0“ $< +2\text{V}$, „1“ = Versorgung

Umgebungsbedingungen

Vibration	
- Kennwert	$\leq 100 \text{ m/s}^2$
- Sinus	50...2000 Hz
Schock	
- Kennwert	$\leq 1000 \text{ m/s}^2$
- Halbsinus	11 ms
Störfestigkeit	DIN EN 61000-6-2
Störaussendung	DIN EN 61000-6-3
Arbeitstemperatur	
- Standard	0...+70 °C
- Optional	-20...+70 °C;
Lagertemperatur, trocken	-30...+85 °C
Relative Luftfeuchte	98 %, keine Betauung
Schutzart	
- Standard	IP65
Magnetisches Störfeld	DIN EN 61000-4-8 Schärfegrad 4
Mess-Referenz	Messebene

Änderungen vorbehalten.

LA_46K*1000 ANA_I +JUSTAGE

4...20mA 16 bit incl. Gegenst.

Ref.: 321-00597

01.07.2025

010201005003040299

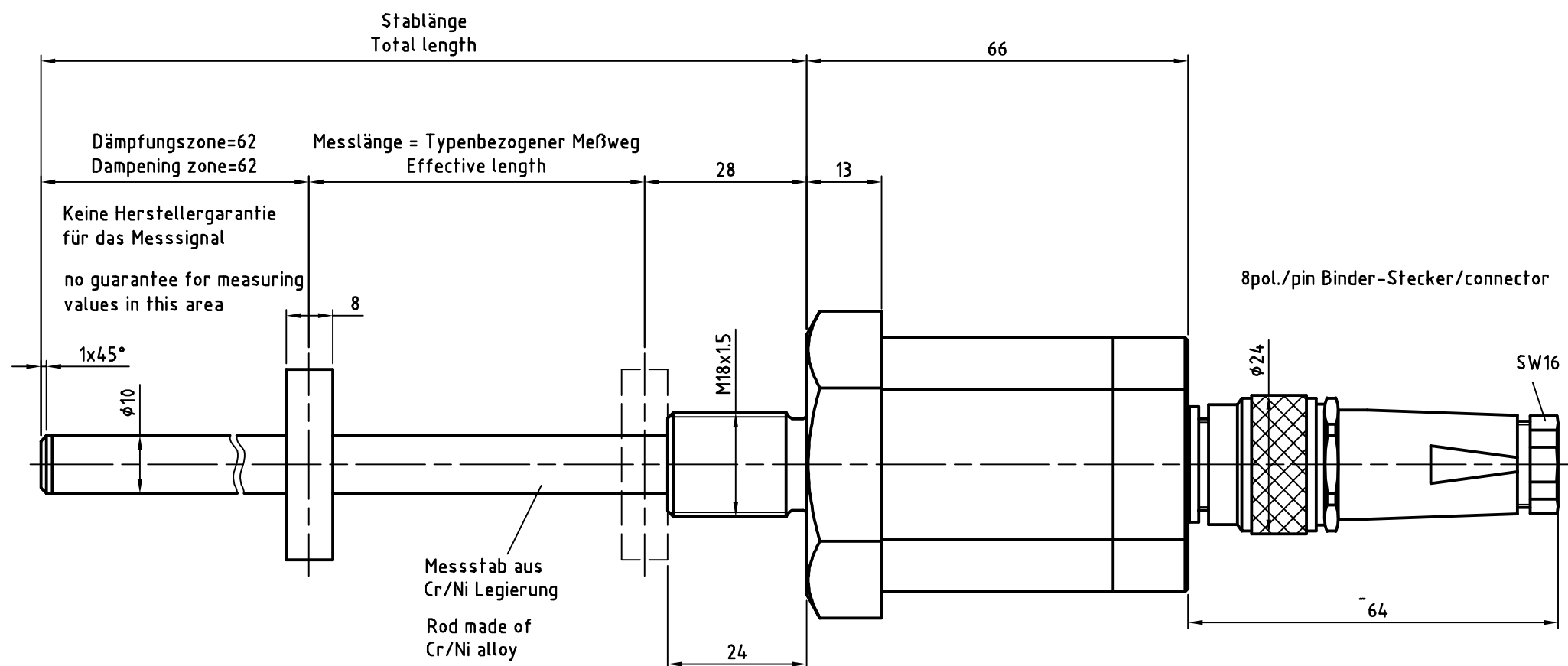
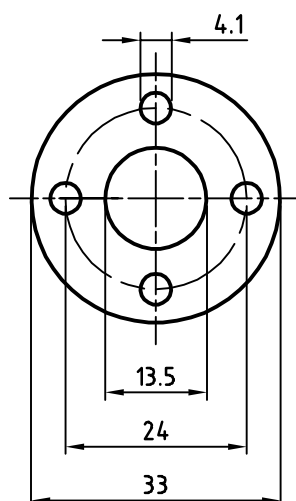
Umgebungsbedingungen

Druckfestigkeit
- Statisch

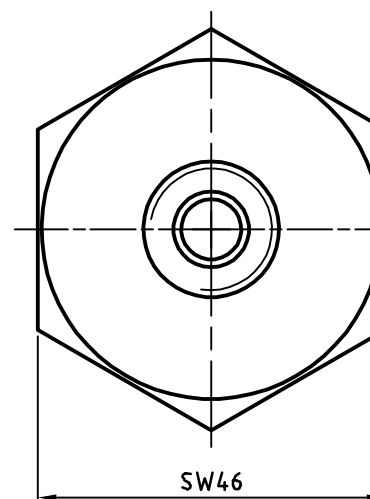
PN = 600 bar

Änderungen vorbehalten.

Magnet: T4M33
Position sensor: T4M33



Ansicht ohne Magnet
View without position sensor



Artikel-Nr. und Steckerbelegung: siehe Datenblatt
Article-No. and pin connections: see data sheet

 TR Electronic GmbH Eglishalde 6 78647 Trossingen Telefon 07425/228-0								Maßstab 1:1 DIN A3		Projekt-Nr.:	
								Zeichnungs-Nr. nur für diese Ausführung gültig Drawing-No. only for this type valid			
					Datum	Name		LA-46k, 8pol. Binder Gewinde M18x1.5			
				Erstellt	15.05.2008	Stier					
				Bearb.	15.05.2008	STIER					
				Gepr.							
					Norm			Zeichnungs-NR../Drawing-No.: 04-K321-V0078			
				www.tr-electronic.de DXF+Info: info@tr-electronic.de							
Zust.	Änderung			Datum	Name					Blatt 000 E	

Pin assignment

Pin assignment number: 2289

Connector name: 8-pol BINDER

Index:

Pin-count: 8

13.01.2021

Page: 1/1

Pin	Designation	Description	Colour
1	not connected		-
2	Analog -	Analog output	-
3	Startpoint IN	Initial point	-
4	Endpoint IN	Final point	-
5	Analog +	Analog output	-
6	Ground IN	Ground	-
7	Supply Voltage IN	Supply voltage	-
8	not connected		-

WARNING

'De-energize the system before carrying out wiring work or opening and closing electrical connections !

Short-circuits, voltage peaks, etc. can cause operating failures and uncontrolled operating states, as well as serious personal injuries and damage to property.

Verdrahtungsarbeiten, Öffnen und Schließen von elektrischen Verbindungen nur im spannungslosen Zustand durchführen ! Kurzschlüsse, Spannungsspitzen etc. können zur Fehlfunktion und unkontrollierten Zuständen der Anlage bzw. zu erheblichen Personen- und Sachschäden führen.