

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Merkmale und Einsatzgebiete</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>5</b>
2.1	Allgemeine Hinweise	5
2.2	Hinweise zu gesetzlichen Bestimmungen	6
2.3	Umweltschutz und Entsorgung	6
2.4	Hinweise zu Transport, Lagerung und Handling	6
2.5	Hinweise zum Rückversand bei Reklamationen oder Reparaturen	7
2.6	Hinweise zur Benutzung	8
2.7	Hinweise zur Wartung	8
<b>3.</b>	<b>Funktionselemente</b>	<b>9</b>
3.1	Onlinekompensation (Offset- und Amplitudenregelung)	9
3.2	Schaltensor	10
3.3	Schaltfolie	11
<b>4.</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>12</b>
4.1	Auflösung und Genauigkeit (Definition)	12
4.2	Mechanische Daten	13
4.3	SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX Maßband	14
4.4	Führungsband und Montagevorrichtung FAV	15
4.7	Elektrische Daten	16
4.8	Einschaltverhalten	17
4.9	Erreichbare Verfahrensgeschwindigkeiten	17
4.10	Umgebungsbedingungen	18
4.11	Kabel	18
4.12	Steckverbinder Varianten	19
4.13	Steckerbelegung	20
4.14	Steckerbelegung für JST-Miniaturstecker	22
4.15	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	23
4.16	Schirmkonzepte	24
4.17	Spannungsausgang 1 V <sub>SS</sub>	25
4.18	Rechteckausgang RS-422	26
4.19	Schaltensor TTL	27
4.20	Schaltensor MOS-Relais LIA 21	28
4.21	Schaltensor Open Collector	28
4.22	Anschluss-Schaltungen für JST-Miniaturstecker	28

<b>5.</b>	<b>Allgemeine Montagehinweise .....</b>	<b>30</b>
5.1	Lieferumfang .....	30
5.2	Einbaulage .....	30
5.3	Maßbandposition .....	33
5.4	Montageflächen für Messkopf und Maßband .....	34
5.5	Montageschritte .....	35
5.6	Schaltpunkt von Schaltsensor festlegen - LIA 21 .....	50
<b>6.</b>	<b>Montagezeichnungen - LIA 20 / 21 .....</b>	<b>51</b>
6.1	Messkopf LIA 20 / 21 .....	51
6.2	Zuordnung Messkopf, Maßband und Messlänge .....	52
6.3	Nutzung von Schaltsensor und Schaltfolie (LIA 21) .....	52
6.4	Zulässige Anbautoleranzen und Lageabweichungen (Koordinaten) .....	55
<b>7.</b>	<b>Signalabgleich mit ADJUSTMENT TOOL .....</b>	<b>56</b>
7.1	Funktionen des ADJUSTMENT TOOLS im Überblick .....	56
7.2	Dynamische Offset- und Amplitudenregelung (Onlinekompensation) .....	56
7.3	Lieferumfang .....	56
7.4	EPIFLEX Software .....	57
<b>8.</b>	<b>Reinigung .....</b>	<b>58</b>
8.1	Messsystem .....	58
8.2	Maßband .....	58
<b>9.</b>	<b>Fehler, Ursachen und Behebung .....</b>	<b>59</b>
<b>10.</b>	<b>Bestellschlüssel .....</b>	<b>61</b>
10.1	Messkopf .....	61
10.2	Geschwindigkeitstabelle für LIA Baureihe .....	62
10.2.1	LIA Baureihe mit OPV .....	62
10.2.2	LIA Baureihe ohne OPV .....	64
10.3	Maßband .....	66
10.4	ADJUSTMENT TOOL .....	67

## 1. Merkmale und Einsatzgebiete

An Messsysteme für die Positionsrückmeldung in Antriebssystemen, besonders in Linearantrieben, werden zum Teil widersprüchliche Anforderungen gestellt. Dabei stehen sich die Forderungen nach hoher Auflösung sowie hoher Genauigkeit, denen nach geringer Baugröße, niedriger Masse und hoher Messgeschwindigkeit gegenüber.

- Maßgebend im eigentlichen Sinn des Wortes ist der Maßstab eines Linearmesssystems. Forderungen nach maximalen Positionsabweichungen von  $\pm 2 \mu\text{m}/\text{m}$  oder geringer sind keine Seltenheit, wobei der Schwerpunkt auf der Vermeidung von kurzperiodischen Fehlern liegt, während langperiodische, meist lineare Fehleranteile, oft kompensiert werden können.
- Die Konzentration mehrerer Bewegungsachsen auf kleinstem Raum, z.B. in Maschinen der Halbleiterindustrie, erfordert die Miniaturisierung von Antrieb, Führung und Messsystem.
- Hohe Arbeitsgeschwindigkeiten und damit hohe Beschleunigungen verlangen nach niedrigen Massen der bewegten Baugruppen.

Die Inkrementalmesssystembaureihe LIA von NUMERIK JENA wurde mit Eigenschaften ausgerüstet, die diese hohen Anforderungen in idealer Weise erfüllen soll.

- Dank der Interpolationselektronik mit Unterteilungsfaktoren bis 100-fach, die im 15-poligen D-Sub-Steckverbinder oder im Messkopf integriert ist, können Auflösungen bis 50 nm ohne Zusatzelektronik erreicht werden.
- Die zulässige Verfahrgeschwindigkeit für analoge Signalausgänge beträgt 10 m/s. Digitale Signalausgänge mit beispielsweise 0,1  $\mu\text{m}$  Auflösung erlauben Verfahrgeschwindigkeiten von 1,6 m/s.
- Die kurzperiodischen Positionsabweichungen (Interpolationsfehler) werden signifikant durch eine elektronische Kompensation von Offset- und Amplitudenschwankungen der Rohsignale reduziert. Diese funktioniert in allen Geschwindigkeitsbereichen schleppfehlerfrei.

Weitere Merkmale:

- Referenzsignal(e) mit inkrementgenauer Wiederholgenauigkeit unabhängig von der Anfahrriechung der Referenzmarke(n).
- Kleiner Einbauraum und große Anbautoleranzen
- Hohe Verschmutzungsunempfindlichkeit durch Zweifeldabtastung
- Möglichkeit des elektronischen Signalabgleichs (Signaloptimierung nach der Montage)
- Optional zusätzlich im Messkopf integrierter optischer Schaltsensor (LIA 21)
- Spezielle, einfach zu montierende MäÙbänder (SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX) für unterschiedlichste Einsatzzwecke und Umgebungsbedingungen

Einsatzgebiete:

- Fertigungs- und Inspektionsmaschinen für die Halbleiterindustrie
- Lineareinheiten, Linearantriebe und Koordinatentische
- Messmaschinen und Messmikroskope
- Positionier- und Messeinrichtungen in der Medizintechnik
- Präzisionsgeräte der Reprografie
- Präzisionsbearbeitungsmaschinen
- Roboter

## 2. Sicherheit

### 2.1 Allgemeine Hinweise

- Bitte machen Sie sich vor dem Anbau und Inbetriebnahme des Messsystems mit vorliegendem Datenblatt gründlich vertraut!
- Für ergänzende Informationen bitte den Service der NUMERIK JENA GmbH oder autorisierter Vertretungen ansprechen. Entsprechende Kontaktdaten finden Sie auf der NUMERIK JENA Webseite unter [www.numerikjena.de](http://www.numerikjena.de).
- Für Schäden, die durch nichtautorisierte Eingriffe in das Messsystem entstehen, übernimmt die NUMERIK JENA GmbH keine Haftung. Durch unbefugte Eingriffe erlöschen sämtliche Garantieansprüche!
- Die Funktion der Messsysteme ist gewährleistet, wenn die Anbau- und Betriebsbedingungen gemäß vorliegendem Datenblatt eingehalten sind.
- Achten Sie bei der Montage auf die Einhaltung der Reihenfolge der Montageschritte.
- Für Schäden und Funktionsstörungen, die auf eine fehlerhafte Montage und/oder fehlerhafte Inbetriebnahme zurückzuführen sind, übernimmt die NUMERIK JENA GmbH keine Haftung.
- Um die in den technischen Daten angegebenen Genauigkeiten zu erreichen, sind die vorgeschriebenen Toleranzen einzuhalten!
- Wenn die maschinenseitigen Toleranzen die in der Anbauvorschrift genannten Toleranzen überschreiten, kann es im Betrieb zu Funktionsstörungen und Messfehlern kommen. Hierfür übernimmt die NUMERIK JENA GmbH keine Haftung.
- Beachten Sie die Datenblätter, Bedienungsanleitungen und Sicherheitshinweise der zusätzlich verwendeten Geräte um eine sichere Funktion der Messsysteme zu gewährleisten, insbesondere für:
  - Zusatzelektronikeinheiten
  - Zähler
  - Anzeigen
  - Steuerungen
  - Messgeräte
  - mechanische Grundgeräte (Bearbeitungsmaschinen)
- Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise und Warnsymbole!



Gerätegefährdung / Funktionsstörung!



Stecker ziehen!



Leicht entflammbar!

## 2.2 Hinweise zu gesetzlichen Bestimmungen

- Die NUMERIK JENA Messsysteme sind EG-konform und tragen die CE-Kennzeichnung.
- Die NUMERIK JENA Messsysteme entsprechen den Bestimmungen des Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) in der Fassung vom 08 November 2011.
- NUMERIK JENA Messsysteme erfüllen die Anforderungen der Norm IEC 61010-1 nur, wenn die Spannungsversorgung aus einem Sekundärkreis mit begrenzter Energie nach IEC 61010-1 (3rd Ed.), Abschnitt 9.4 oder mit begrenzter Leistung nach IEC 62368-1 (2nd Ed.), Abschnitt 6.2.2.5 PS2 oder aus einem Sekundärkreis der Klasse 2 nach UL1310 erfolgt.\*
- Mit Erscheinen dieser Bedienungsanleitung verlieren alle vorherigen Ausgaben ihre Gültigkeit. Für die Bestellung bei der NUMERIK JENA GmbH maßgebend ist immer die zum Vertragsabschluss aktuelle Fassung der Bedienungsanleitung.
- Normen (EN, ISO, etc.) gelten nur, wenn sie ausdrücklich in der Bedienungsanleitung aufgeführt sind.
- NUMERIK JENA hat seine Produkte auf die Verwendung von nicht gefährlichen Materialien gemäß den europäischen Richtlinien 2011/65/EU (RoHS) geprüft. Die EU-Konformitätserklärung kann unter folgender Web-Adresse angefordert werden:  
<https://www.numerikjena.de/numerikjena/kontakt/>

## 2.3 Umweltschutz und Entsorgung

Umweltschäden durch falsche Entsorgung des Geräts, Zubehörs oder von Peripheriegeräten!

- Entsorgen Sie nicht im Hausmüll.
- Entsorgen Sie Elektroschrott und Elektronikkomponenten nur durch autorisierte Annahmestellen. Sie unterliegen der Sondermüllbehandlung.
- Beachten Sie die Vorschriften des jeweiligen Landes.

**Genauere Informationen zu gesetzlichen Regelungen gibt die zuständige Verwaltungsbehörde.**

## 2.4 Hinweise zu Transport, Lagerung und Handling



### Messsystem

- Nur in der Originalverpackung transportieren!

### SINGLEFLEX Maßband

- Kann aufgerollt werden (minimaler Krümmungsradius = 140 mm).
- Keine Einschränkung hinsichtlich der Länge.

Anstelle der IEC 61010-1<sup>3rdEd.</sup>, Abschnitt 9.4 können auch die entsprechenden Abschnitte der Normen DIN EN 61010-1, EN61010-1, UL 61010-1 und CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 bzw. anstelle der IEC 60950-1<sup>2ndEd.</sup>, Abschnitt 2.5 die entsprechenden Abschnitte der Normen DIN EN60950-1, EN60950-1, UL60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 verwendet werden.

## DOUBLEFLEX Maßband

- Das DOUBLEFLEX Maßband darf nicht im aufgerollten Zustand transportiert, gelagert oder verwendet werden!
- Nur in der Originalverpackung transportieren!
  - Längen bis 2,4 m - in gestreckter Form
  - Längen über 2,4 m - Band in Form einer "8" gelegt
- Nur in der Originalverpackung lagern!
- Unbedingt Schädigungen der Adhäsionsschicht zwischen Maßband und Trägerband vermeiden, da sonst die messtechnischen Eigenschaften des DOUBLEFLEX Maßbandes verloren gehen.
- Das DOUBLEFLEX Maßband erst am Montageplatz, unmittelbar vor der Montage aus der Verpackung nehmen.
- Maßband und Trägerband nicht voneinander trennen! Ein unbeabsichtigtes Trennen von Maßband und Trägerband - auch teilweise - unbedingt vermeiden.
- Quer- und Längsverschiebungen zwischen Maßband und Trägerband vermeiden.
- **Sollte das Maßband - wenn auch nur kurzfristig - ganz oder teilweise vom Trägerband gelöst worden sein, kann durch Andrücken keine ausreichende Haftung zwischen beiden zurück erreicht werden. In diesem Fall ist die Funktionssicherheit und die messtechnischen Eigenschaften des DOUBLEFLEX Maßbandes nicht mehr gewährleistet. Das Maßband dann bitte an die NUMERIK JENA GmbH zur Reparatur einschicken! Eine Reparatur beim Kunden vor Ort ist leider nicht möglich.**
- Bei Entnahme aus der Verpackung darf die Durchbiegung des DOUBLEFLEX Maßbandes maximal 100 mm betragen.
- Nach der Entnahme darf die freie Länge zwischen zwei Auflagen maximal 800 mm betragen. Maßbänder bis 1.200 mm Länge, ca. 300 mm vor den Enden unterstützen, längere Bänder entsprechend mehrfach unterstützen.

### 2.5 Hinweise zum Rückversand bei Reklamationen oder Reparaturen

- Im Falle einer Rücksendung, aufgrund einer Reklamation oder einer notwendigen Reparatur, müssen die Teile ordnungsgemäß verpackt sein.
- Kundenreklamationen oder Reparaturen können nur dann angenommen und bearbeitet werden, wenn das Produkt in einem sauberen Zustand an NUMERIK JENA geliefert, ordnungsgemäß verpackt und in der richtigen Weise transportiert wird.
- Für die Rücksendung empfehlen wir, die Teile in ähnlicher Weise wie die Originalverpackung und in umgekehrter Reihenfolge zu verpacken. Neue Originalverpackungen können bei NUMERIK JENA bestellt werden. Bitte kontaktieren Sie unseren Kundenservice.  
E-Mail: [support@numerikjena.com](mailto:support@numerikjena.com)
- Neben dem Teil ist eine genaue Beschreibung des aufgetretenen Fehlers oder ein Reparaturwunsch mitzuteilen. Senden Sie das Teil direkt an uns oder an die zuständige HEIDENHAIN-Niederlassung in Ihrem Land.

## 2.6 Hinweise zur Benutzung



- Unter Spannung keine Stecker lösen oder verbinden!
- Das Messsystem nur mit der in diesem Produktdatenblatt genannten Versorgungsspannung betreiben.
- Bei Anschluss von Nachfolgeelektronikeinheiten (z.B. Steuerung oder Anzeige) Steckerbelegung beachten!
- Offene Messsysteme so in Geräte, Vorrichtungen oder Maschinen integrieren, dass sie gegen Verschmutzung geschützt sind.
- Maßband vor mechanischer Beschädigung schützen.
- Messkopf vor Stoß und Schlag sowie Feuchtigkeitseinwirkungen schützen.

## 2.7 Hinweise zur Wartung



- Die Messsysteme von NUMERIK JENA sind grundsätzlich wartungsfrei, müssen aber in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen gelegentlich gereinigt werden.
- Änderungen und Instandsetzungen am Messsystem dürfen nur von der NUMERIK JENA GmbH oder durch von ihr autorisierten Personen durchgeführt werden.
- Für Schäden, die durch nichtautorisierte Eingriffe in das Messsystem entstehen, übernimmt die NUMERIK JENA GmbH keine Haftung. Durch unbefugte Eingriffe erlöschen sämtliche Garantieansprüche.
- Offene Messsysteme sind verschmutzungsempfindlich, insbesondere Maßbandoberfläche und Abtastfenster für Zähl- und Referenzspur am Messkopf.
- Besonders kritisch sind grobe und ungleichmäßige Verschmutzungen und Ablagerungen (z.B. Öl, Fett oder Wasser).
- Der Anwender muss das Messsystem durch geeignete konstruktive Maßnahmen vor Verschmutzung schützen.
- **Achten Sie beim Reinigen darauf, dass Lösungsmittel nicht unter das Maßband fließen!**
- **Achten Sie beim Reinigen der Baugruppen darauf, dass abgelagerte Partikel die Abtastfenster und das Maßband nicht zerkratzen!**
- **Beachten Sie hierzu auch die Angaben im Kapitel 8 “Reinigung”.**

### 3. Funktionselemente

#### 3.1 Onlinekompensation (Offset- und Amplitudenregelung)

Verschmutzungen und Anbaufehler führen zu Störungen der optischen Abtastung des Maßbandes durch den Messkopf und damit zu periodischen Deformationen der sinusförmigen Zählsignale. Das äußert sich in

- Gleichpegelabweichungen (Offsetschwankungen)
- Amplitudenschwankungen
- Amplitudendifferenzen zwischen Sinus- und Cosinuskanal und führt zu Interpolationsfehlern.

#### Verschmutztes Maßband

Messkopfsignal bei verschmutzter Rasterscheibe vor Aktivierung der Onlinekompensation.

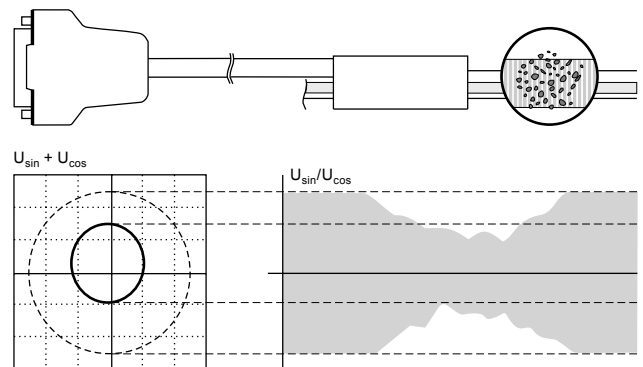


Abbildung 1

#### Fehlerhafte Montage

Messkopfsignal bei fehlerhafter Montage vor Aktivierung der Onlinekompensation.

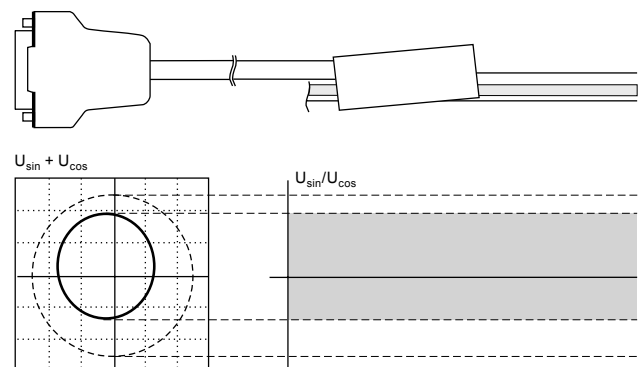


Abbildung 2

#### Aktive Onlinekompensation

Messkopfsignal bei verschmutzter Rasterscheibe und fehlerhafter Montage nach Aktivierung der Onlinekompensation.

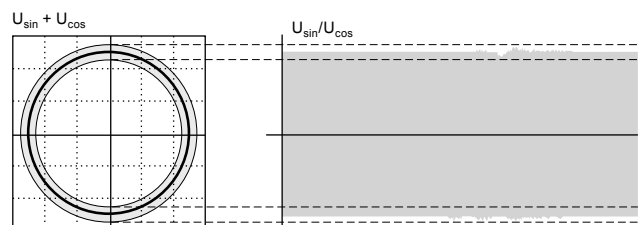


Abbildung 3

---

Durch die Offset- und Amplitudenregelung werden die vom Messmodul generierten Signale sensorintern automatisch und schleppfehlerfrei für den gesamten Geschwindigkeitsbereich korrigiert.

Diese Maßnahme dient sowohl der Genauigkeitssteigerung als auch der Erhöhung der Zuverlässigkeit und der Funktionsreserven.

### 3.2 Schaltsensor

Durch den Einsatz eines Schaltsensors können zusätzliche Schalter sowie deren Montage und Verkabelung eingespart werden. Der zusätzlich im LIA 21 Messkopf integrierte optoelektronische Schaltsensor kann eingesetzt werden

- zur Detektion von Endlagen mit Rechts-Links-Erkennung,
- zur Indikation der Messkopfposition innerhalb des Messbereiches oder
- zum Freischalten einer Referenzmarke (Auswahl einer Referenzmarke aus n Marken)

Eine Kombination dieser Varianten ist möglich.

Der Schaltsensor lässt sich durch verschiedene Ausgangsschaltungen (Bestelloptionen) universell verwenden:

- TTL low active oder TTL high active
- Open Collector low active oder Open Collector high active
- MOS-Relais öffnend oder schließend bis 300 V Schaltspannung

### 3.3 Schaltfolie

Um mit den Schaltsignalen arbeiten zu können, muss zusätzlich eine Schaltfolie aufgebracht werden. Standardmäßig ist als Träger für die Schaltfolie(n) das Führungsband vorgesehen. Dazu ist die Verwendung von mindestens einem Führungsband notwendig. Wenn keine Führungsbänder benutzt werden, kommt eine Reflexfolie als Träger für die Schaltfolie zum Einsatz.

Liegt das Maßband in einer Nut oder an einer Kante, kann die Schaltfolie gemeinsam mit der Reflexfolie auf das Maschinenteil geklebt werden.

**Die Oberflächen von Schaltfolie und Maßband müssen in der gleichen Ebene liegen!**



Zuerst wird die Reflexfolie über die gesamte Messlänge auf den Maßbandträger geklebt, dann erst die Schaltfolie auf die Reflexfolie.

Sowohl bei Verwendung der Führungsbänder als auch bei Verwendung der Reflexfolie als Schaltfolienträger gibt es zwei Möglichkeiten, um die Schaltfolie aufzubringen:

#### 1. Positionsgenaueres Aufbringen

- Erreichbare Genauigkeit:  $\pm 1$  mm
- Reproduzierbarkeit des Schaltsignals:  $\pm 0,1$  mm

#### 2. Bezug auf einen maschinenfesten Punkt

- Minimierung der Positionsabweichung des Schaltsignals mit Hilfe der Auswerteelektronik
- Erreichbare Genauigkeit des Positionssignals:  $\pm 0,7$  mm
- Reproduzierbarkeit des Schaltsignals:  $\pm 0,1$  mm

## 4. Technische Daten

### 4.1 Auflösung und Genauigkeit (Definition)

Grundsätzlich muss zwischen Auflösung und Genauigkeit eines Messsystems unterschieden werden. Beide stehen in keiner unmittelbaren Abhängigkeit zueinander und können sich voneinander unterscheiden.

#### Auflösung

Unter Auflösung eines Linearmesssystems ist die kleinste von der Auswerteelektronik (z.B. Anzeige oder Steuerung) unterscheidbare Verschiebung des Messkopfes gegenüber dem Maßband zu verstehen. Sie ist abhängig von (siehe auch Tabelle 1):

- der Teilungsperiode des Maßbandes
- dem Interpolationsfaktor der Signalinterpolation (intern oder in der Nachfolgeelektronik)
- der Art der Auswertung im Zähler

#### Genauigkeit

Die Genauigkeit von Linearmesssystemen wird in Genauigkeitsklassen angegeben.

Die Extremwerte der Fehler liegen in Bezug auf ihren Mittelwert für jeden beliebigen maximal 1 m langen Abschnitt der Messlänge innerhalb der angegebenen Genauigkeitsklasse  $\pm a \mu\text{m}$ .

Für Messlängen bis 1 m bezieht sich die Toleranz ( $\pm a \mu\text{m}$ ) auf die jeweilige Messlänge. Die Genauigkeit gilt für eine Bezugstemperatur von 20°C.

Bei offenen Linearmesssystemen gilt die Definition der Genauigkeitsklasse nur für das Maßband. In diesem Fall spricht man von Maßbandgenauigkeit.

Teilungsperiode Maßband	Signalperiode der Sinussignale	Interpolations- faktor	Signalperiode nach Interpolation	Auflösung nach Auswertung im Zähler	
				2-fach	4-fach
20 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	ohne	20 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$	5 $\mu\text{m}$
		5-fach	4 $\mu\text{m}$	2 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$
		10-fach	2 $\mu\text{m}$	1 $\mu\text{m}$	0,5 $\mu\text{m}$
		25-fach	0,8 $\mu\text{m}$	0,4 $\mu\text{m}$	0,2 $\mu\text{m}$
		50-fach	0,4 $\mu\text{m}$	0,2 $\mu\text{m}$	0,1 $\mu\text{m}$
		100-fach	0,2 $\mu\text{m}$	0,1 $\mu\text{m}$	0,05 $\mu\text{m}$

Tabelle 1

## 4.2 Mechanische Daten

	LIA 20	LIA 21
Abmessungen Messkopf (in mm)	34 x 13,2 x 12,4	34 x 13,2 x 12,4
Masse Messkopf ohne Kabel	≤20 g	≤20 g
Anzahl der Schaltsensoren	keine	1
Wiederholgenauigkeit der Schaltsensoren	-	0,1 mm
empfohlene Messschritte	0,05 µm; 0,1 µm; 0,2 µm; 0,5 µm; 1,0 µm; 5,0 µm	
<b>Verfahrensgeschwindigkeit</b>		
maximal	10 m/s (ohne Interpolation)	
in Abhängigkeit von der Folgeelektronik	siehe Tabelle 4	
<b>Massband</b>		
Material	Edelstahl	
Teilungsperiode (TP)	20 µm	
Referenzmarken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• periodisch im Abstand von 50 mm</li> <li>• in der Mitte der Messlänge (ML)</li> <li>• abstandscodiert mit 1.000 x TP</li> <li>• andere auf Anfrage</li> </ul>	
<b>Messlängen (ML)</b>		
SINGLEFLEX Maßband	bis zu 30 m	
DOUBLEFLEX* Maßband	bis zu 5 m	
<b>Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient</b>		
SINGLEFLEX Maßband	10,6 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup> (Ausdehnung wird von Montagefläche beeinflusst)	
DOUBLEFLEX* Maßband	10,6 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	
<b>Genauigkeitsklassen (a)</b>		
SINGLEFLEX, DOUBLEFLEX* Maßband	±1 µm ±2 µm ±3 µm ±5 µm	
<b>Kabel</b>		
Kabeldurchmesser	3,7 mm oder 5,1 mm (siehe Bestellschlüssel)	
zulässige Kabelbiegeradien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei einmaliger Biegung ~8 mm</li> <li>• bei Dauerbiegung ~40 mm</li> </ul>	
vom Messkopf zum D-Sub Steckverbinder	0,3 m; 0,5 m; 1,0 m; 1,5 m; 2,0 m; 3,0 m (andere auf Anfrage)	
vom D-Sub Steckverbinder zum Controller (Verlängerungskabel)	max. 100 m (Die Versorgungsspannung muss sichergestellt werden!)	

\* nicht für Vakuumanwendungen geeignet

Tabelle 2

### 4.3 SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX Maßband

Die Stahl-Maßbänder von NUMERIK JENA sind in zwei unterschiedlichen Ausführungen erhältlich:

- SINGLEFLEX
- DOUBLEFLEX (nicht für Vakuumanwendungen geeignet)

#### SINGLEFLEX

Bei der SINGLEFLEX-Maßverkörperung handelt es sich um ein einzelnes Stahlband auf dem die Inkremente sowie eine oder mehrere Referenzmarken aufgebracht sind. Dieses Band wird mit einem doppelseitigen Klebeband versehen und kann einfach auf das Maschinenbett aufgeklebt werden.

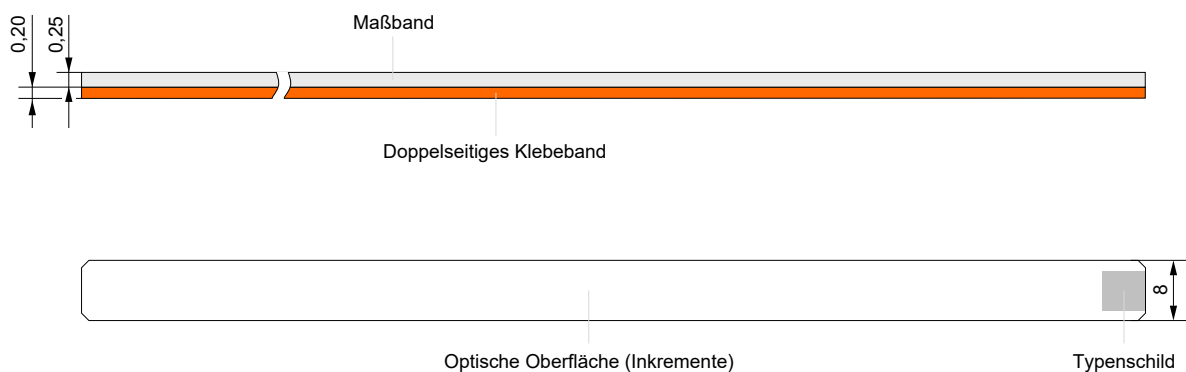


Abbildung 4

#### DOUBLEFLEX

Die DOUBLEFLEX-Maßverkörperung hingegen besteht aus zwei übereinander liegenden Stahlbändern. Beide sind durch einen dünnen spannungsentkoppelnden Ölfilm, der zugleich die Adhäsion zwischen den Bändern sicherstellt, voneinander getrennt. Auf dem oberen Maßband sind die Inkremente sowie eine oder mehrere Referenzmarken aufgebracht. Das untere Band ist das Trägerband, welches mit einem doppelseitigen Klebeband versehen ist und einfach auf das Maschinenbett aufgeklebt werden kann.

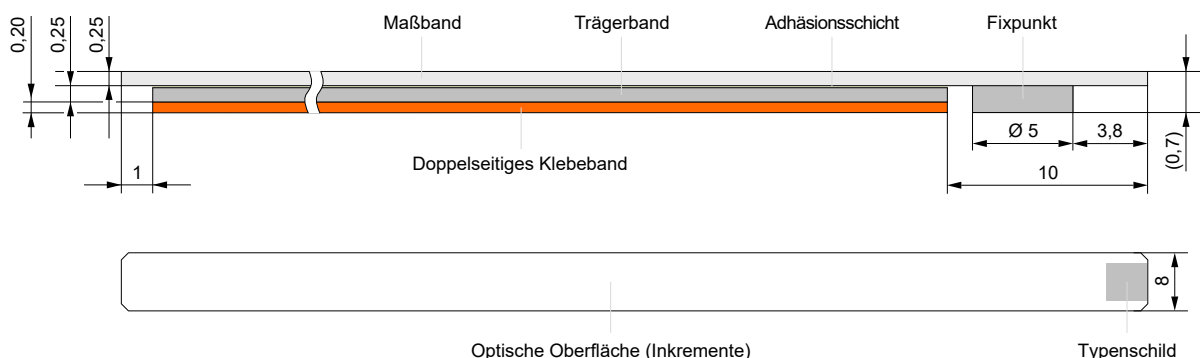


Abbildung 5

Beide Bänder sind mechanisch voneinander entkoppelt sodass sich das Maßband bei auftretenden Schwankungen der Umgebungstemperatur unabhängig vom Trägerband ausdehnen kann. Anhand der Parameter Umgebungstemperatur sowie Ausdehnungskoeffizient des Stahlbandes, kann man somit auftretende Abstandsabweichungen der Rasterteilung bestimmen und aus dem Messergebnis heraus rechnen.

## HINWEIS

Die DOUBLEFLEX-Maßverkörperung sollte während des Betriebes keinen starken Beschleunigungs- oder Vibrationskräften ausgesetzt sein. Die Verbindung zwischen Träger- und Maßband ist empfindlich gegenüber mechanischen Einwirkungen. Sie kann durch zu hohe Kräfteinträge beschädigt werden oder Öl aus der Zwischenschicht austreten, welches die optischen Eigenschaften des Messsystems aufgrund der Verunreinigung stören kann.

Bei verfahrenen Axen sollte vorzugsweise der Messkopf die bewegte Komponente sein, nicht die DOUBLEFLEX-Maßverkörperung. Insbesondere bei schnellen oder ruckartigen Bewegungsabläufen.

## 4.4 Führungsband und Montagevorrichtung FAV

### Maßband mit Führungsband

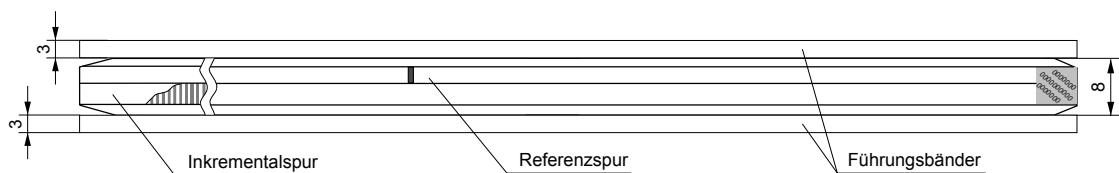


Abbildung 6

### Montagevorrichtung FAV (Führungsbandaufbringvorrichtung)\*

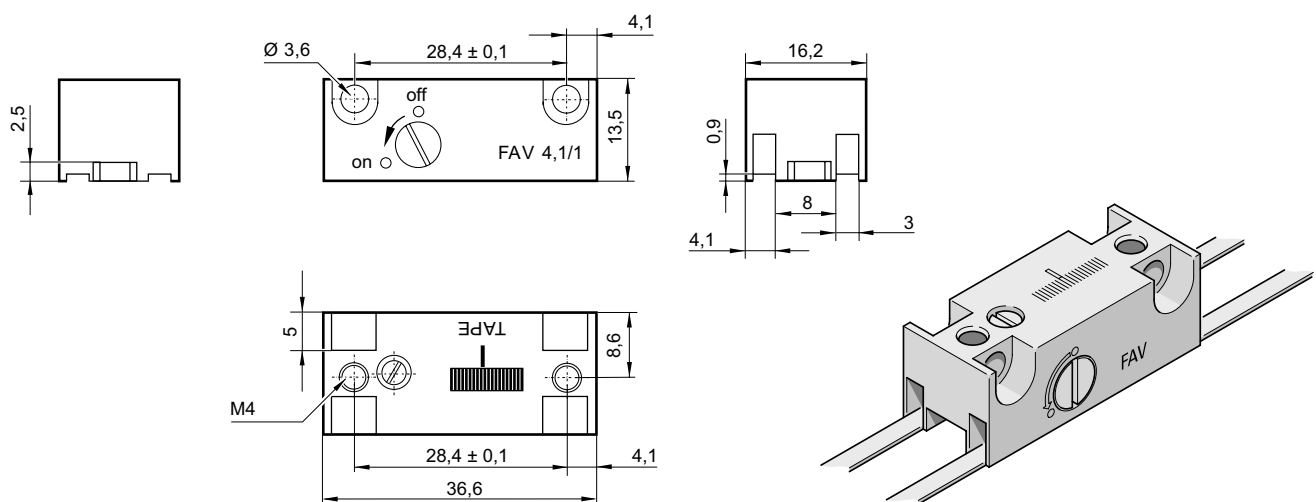


Abbildung 7

\* NUMERIK JENA- / DR. JOHANNES HEIDENHAIN - Patente DE 19700367 und US 6,049,992 sowie beschränkte Lizenz von Renishaw plc zur Nutzung der Patente EP0388453, JP2837483 und US5,063,685.

## 4.7 Elektrische Daten

	LIA 20	LIA 21	
Abtastfrequenz	max. 500 kHz		
Versorgungsspannung	5 V $\pm$ 10%		
<b>Ausgangssignale</b>			
Spannungsausgang	1 V <sub>SS</sub>		
Rechteckausgang	RS 422 mit Interpolation bis 100-fach		
<b>Stromaufnahme</b>			
Spannungsausgang	$\leq 90$ mA*	$\leq 100$ mA*	
Rechteckausgang	$\leq 220$ mA*	$\leq 230$ mA*	
<b>Ausgangsschnittstelle für Schaltsignale (LIA 21)</b>			
TTL	high active	Ausgangsspannung	$U_{\text{out high}} \geq 2,4$ V $U_{\text{out low}} \leq 0,4$ V
	low active		
Open Collector	high active	Ausgangsstrom max. Verlustleistung	$I_{\text{out high}} \leq 1$ mA $I_{\text{out low}} \leq -16$ mA $P_{\text{max}} = 24$ mW
	low active		
MOS Relais	Öffner	max. Schaltspannung max. Schaltstrom max. Verlustleistung	$U_{\text{max}} = 300$ V $I_{\text{max}} = 0,1$ A $P_{\text{max}} = 300$ mW
	Schließer		

\* mit 120  $\Omega$  Abschlusswiderstand

Tabelle 3

## 4.8 Einschaltverhalten



Beim Einschaltvorgang des Messsystems müssen die Betriebsspannung sowie die Pegel auf den Signalleitungen unterhalb einer Schwelle von 250 mV liegen!

Wird das Messsystem bei einer Restspannung von 250 bis 400 mV eingeschaltet, werden interne Parameter nicht ordnungsgemäß gesetzt. Das kann zu fehlerhaften Encodersignalen führen.

Dieses Verhalten ist insbesondere bei Reset-Vorgängen von Steuerungen zu beachten!

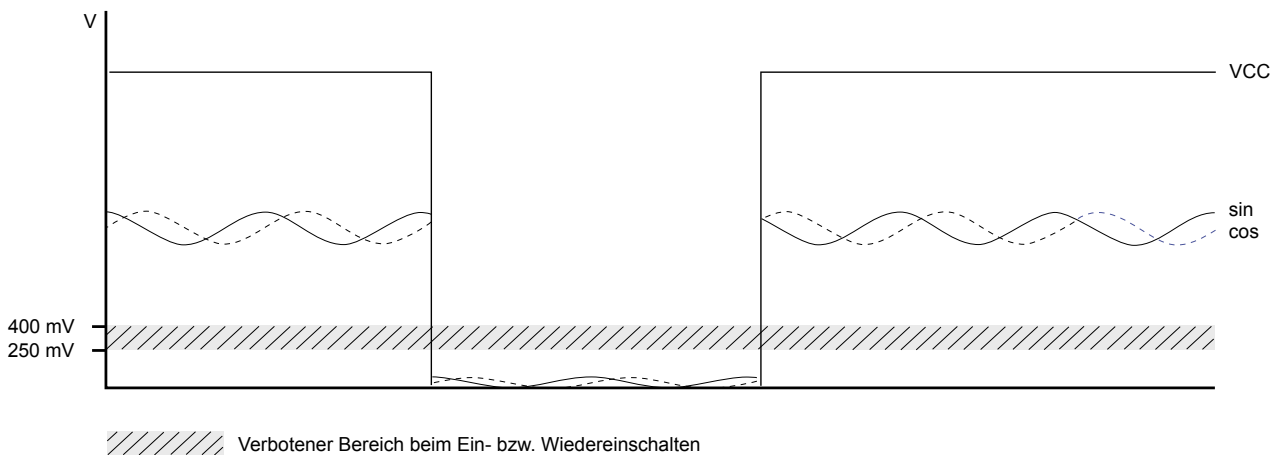


Abbildung 8

## 4.9 Erreichbare Verfahrgeschwindigkeiten

Die maximal erreichbare Verfahrgeschwindigkeit des Messsystems wird durch die maximale Ausgangsfrequenz des Interpolators und/oder durch die maximale Zählfrequenz der anwenderseitigen Auswerteelektronik bestimmt.

Um Zählfehler zu vermeiden, wird die Ausgangsfrequenz des Interpolators an die Zählfrequenz der anwenderseitigen Auswerteelektronik angepasst.

Die Anpassung ist in diskreten Frequenzschritten möglich.

Die maximal erreichbare Verfahrgeschwindigkeit ( $v_{\max}$ ) berechnet sich nach folgender Formel:

$$v_{\max} = \frac{f \cdot TP}{i \cdot SF \cdot 4} \quad [\text{m/s}]$$

f	Zählfrequenz der Auswerteelektronik [MHz]
TP	Teilungsperiode [ $\mu\text{m}$ ]
i	Interpolationsfaktor der Elektronik (5-fach, 10-fach, 25-fach, 50-fach oder 100-fach)
SF	Sicherheitsfaktor = 1,5
4	4-flankenauswertung

## $v_{\max}$ in Abhängigkeit von Interpolationsfaktor und Taktfrequenz des Zählers

Interpolation	ohne	5-fach		10-fach		25-fach		50-fach		100-fach	
Messschritte ( $\mu\text{m}$ )	5	1		0,5		0,2		0,1		0,05	
min. Taktfrequenz des Zählers (MHz)	2	4	16	4	24	4	24	4	24	4	24
min. Flankenabstand ( $\mu\text{s}$ )	0,5	0,25	0,063	0,25	0,042	0,25	0,042	0,25	0,042	0,25	0,042
max. Verfahrgeschwindigkeit (m/s)	10	2,66	10	1,33	8	0,53	3,2	0,27	1,6	0,13	0,8

• mit 4-flankenauswertung

Tabelle 4

### 4.10 Umgebungsbedingungen

	LIA 20	LIA 21
Arbeitstemperatur	0°C bis +55°C	
Lagertemperatur	-20°C bis +70°C	
Vibration (50 Hz ... 2.000 Hz)	$\leq 200 \text{ ms}^{-2}$ (20 g)	
Schock (11 ms)	$\leq 400 \text{ ms}^{-2}$ (40 g)	
Luftfeuchtigkeit	93% relative Feuchte (nicht kondensierend)	

Tabelle 5

#### HINWEIS

Die in der Tabelle aufgeführten Werte wurden ausschließlich für die Komponente Messkopf ermittelt, nicht für die Maßverkörperung. Maßverkörperungen können je nach Art, Einsatzzweck, Montagevariante sowie Einbauposition, anderen Umgebungsbedingungen bzw. Grenzwerten unterliegen.

### 4.11 Kabel

#### Messkopfkabel (Verbindungskabel Messkopf zu D-Sub Steckverbinder)

- Montieren Sie den Messkopf möglichst am festen und das Maßband am beweglichen Maschinenteil. Ist dies nicht möglich, müssen Sie eine Kabelzugentlastung in der Nähe des Messkopfes vorsehen.
- Verlegen Sie die Messsystemkabel und Verbindungskabel nicht in der Nähe von Störquellen (z.B. Netzleitungen, Schützen, Motoren, Magnetventilen oder Schaltnetzteilen)! In der Regel reicht ein Luftabstand von  $\geq 100 \text{ mm}$  aus.
- Verlegen Sie das Kabel so, dass es bei der Schlittenbewegung nicht beschädigt werden kann. Achten Sie auf die zulässigen Biegeradien (siehe Punkt 4.2)!

#### Verlängerungskabel (Verbindungskabel D-Sub Steckverbinder zu Controller)

- Setzen Sie möglichst nur Original-Verlängerungskabel von NUMERIK JENA ein. Nur so wird eine optimale Anpassung an das Messsystem und Resistenz gegen elektromagnetische Störbeeinflussung gewährleistet.
- Konsultieren Sie vor der Verwendung von selbstgefertigten Verlängerungskabeln den technischen Support von NUMERIK JENA.
- Verlegen Sie neben dem Messsystemkabel keine anderen Signalleitungen!

## 4.12 Steckverbinder Varianten

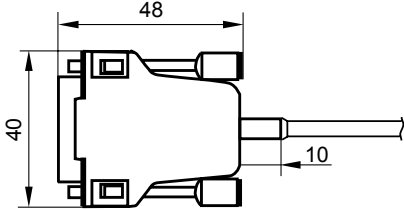
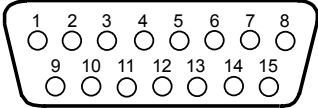
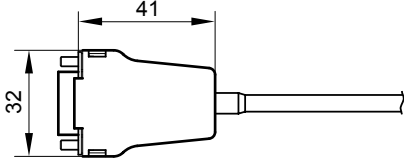
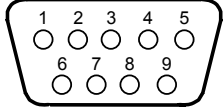
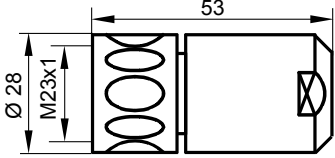
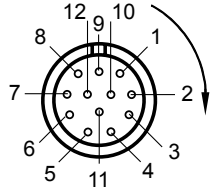
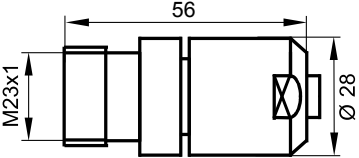
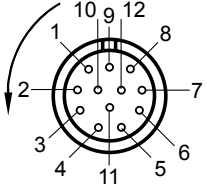
Typ	Abbildung Stecker	Pins
15 poliger D-Sub		
9 poliger D-Sub		
12 poliger Rundstecker (kunststoffummantelter Stecker)		
12 poliger Rundstecker (kunststoffummantelte Kupplung)		

Tabelle 6

## 4.13 Steckerbelegung

### LIA 20 - 15-poliger D-Sub Steckverbinder

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Gehäuse
1 V <sub>SS</sub>	-	-	-	U <sub>0-</sub>	U <sub>2-</sub>	U <sub>1-</sub>	-	5V	0V	-	-	U <sub>0+</sub>	U <sub>2+</sub>	U <sub>1+</sub>	Innen- schirm	Außen- schirm
RS 422	-	-	NAS	Z <sub>0-</sub>	Z <sub>2-</sub>	Z <sub>1-</sub>	-	5V	0V	-	AS	Z <sub>0+</sub>	Z <sub>2+</sub>	Z <sub>1+</sub>	Innen- schirm*	Außen- schirm
Kabel Ø 3,7 mm	-	-	vio	rs	rt	br	-	bl	ws	-	ge	gr	sw	gn	-	-
Kabel Ø 5,1 mm	-	-	vio	rs	rt	ge	-	br	ws	-	sw	gr	bl	gn	ws/gr	-

\* für Signalverarbeitung im 15-poligen D-Sub Steckverbinder

### LIA 20 - 9-poliger D-Sub Steckverbinder

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gehäuse
1 V <sub>SS</sub>	U <sub>1-</sub>	0V	U <sub>2-</sub>	Innen- schirm*	U <sub>0-</sub>	U <sub>1+</sub>	5V	U <sub>2+</sub>	U <sub>0+</sub>	Außen- schirm
RS 422	Z <sub>1-</sub>	0V	Z <sub>2-</sub>	NAS	Z <sub>0-</sub>	Z <sub>1+</sub>	5V	Z <sub>2+</sub>	Z <sub>0+</sub>	Außen- schirm
Kabel Ø 3,7 mm	br	ws	rt	vio	rs	gn	bl	sw	gr	-
Kabel Ø 5,1 mm	ge	ws	rt	vio	rs	gn	br	bl	gr	-

\* bei 1 V<sub>SS</sub> bleibt violette Ader unbenutzt, statt dessem wird Innenschirm (mit Adernfarbe weiß/grün verlängert) angebunden

### LIA 20 - 12-poliger Rundsteckverbinder

PIN	1	2*	3	4	5	6	7	8	9	10*	11*	12*	Gehäuse
1 V <sub>SS</sub>	U <sub>2-</sub>	5V	U <sub>0+</sub>	U <sub>0-</sub>	U <sub>1+</sub>	U <sub>1-</sub>	-	U <sub>2+</sub>	Innen- schirm	0V	0V	5V	Außen- schirm
RS 422	Z <sub>2-</sub>	5V	Z <sub>0+</sub>	Z <sub>0-</sub>	Z <sub>1+</sub>	Z <sub>1-</sub>	NAS	Z <sub>2+</sub>	-	0V	0V	5V	Außen- schirm
Kabel Ø 3,7 mm	rt	bl	gr	rs	gn	br	vio	sw	ws/gn	ws	ws	bl	-
Kabel Ø 5,1 mm	rt	br	gr	rs	gn	ge	vio	bl	-	ws	ws	br	-

\* PIN 2 und 12 gebrückt, PIN 10 und 11 gebrückt

## LIA 21 - 15-poliger D-Sub Steckverbinder

PIN	1	2	3	4	5	6	7*	8	9	10*	11	12	13	14	15	Gehäuse
1 V <sub>SS</sub>	-	-	-	U <sub>0-</sub>	U <sub>2-</sub>	U <sub>1-</sub>	-	5V	0V	S1	-	U <sub>0+</sub>	U <sub>2+</sub>	U <sub>1+</sub>	Innen- schirm	Außen- schirm
RS 422	-	-	NAS	Z <sub>0-</sub>	Z <sub>2-</sub>	Z <sub>1-</sub>	-	5V	0V	S1	AS	Z <sub>0+</sub>	Z <sub>2+</sub>	Z <sub>1+</sub>	Innen- schirm	Außen- schirm
Kabel Ø 5,1 mm	-	-	vio	rs	rt	ge	-	br	ws	-	sw	gr	bl	gn	ws/gr	-

\* für Schaltsensoren mit TTL- oder Open Collector-Ausgang:

S1 auf PIN 10,

\* für Schaltsensoren mit Relais-Ausgang:

S1 auf PIN 7 und 10

### 1 V<sub>SS</sub>

U<sub>1+</sub> Zählsignal 0° (sin)  
 U<sub>1-</sub> Zählsignal 180° (-sin)  
 U<sub>2+</sub> Zählsignal 90° (cos)  
 U<sub>2-</sub> Zählsignal 270° (-cos)  
 U<sub>0+</sub> Referenzsignal  
 U<sub>0-</sub> neg. Referenzsignal

### RS 422

Z<sub>1+</sub> Zählsignal 0°  
 Z<sub>1-</sub> neg. Zählsignal 0° (180°)  
 Z<sub>2+</sub> Zählsignal 90°  
 Z<sub>2-</sub> neg. Zählsignal 90° (270°)  
 Z<sub>0+</sub> Referenzsignal  
 Z<sub>0-</sub> neg. Referenzsignal

0V Masse (GND)  
 5V Betriebsspannung (U<sub>B</sub>)  
 AS Ausfallsignal (Überwachungssignal)  
 NAS neg. Ausfallsignal  
     NAS high: Eingangssignal innerhalb des Toleranzbereiches  
     NAS low: Eingangssignal außerhalb des Toleranzbereiches (Messsystem überprüfen!)  
 SCL Programmierleitung Clock  
 SDA Programmierleitung Daten

## 4.14 Steckerbelegung für JST-Miniaturstecker

### LIA 20 - 10-poliger JST-Miniaturstecker

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 V <sub>SS</sub>	U <sub>2-</sub>	0V	-	U <sub>2+</sub>	U <sub>0-</sub>	-	U <sub>1-</sub>	U <sub>0+</sub>	U <sub>1+</sub>	5V	Innenschirm
RS 422	Z <sub>2-</sub>	0V	NAS	Z <sub>2+</sub>	Z <sub>0-</sub>	AS	Z <sub>1-</sub>	Z <sub>0+</sub>	Z <sub>1+</sub>	5V	-
Kabel Ø 3,7 mm	rt	ws	vio	sw	rs	ge	br	gr	gn	bl	-
Kabel Ø 5,1 mm	rt	ws	-	bl	rs	-	ge	gr	gn	br	ws/gn

### LIA 21 - 14-poliger JST-Miniaturstecker

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1 V <sub>SS</sub>	0V	U <sub>1-</sub>	-	SCL	SDA	-	U <sub>1+</sub>	U <sub>0+</sub>	U <sub>2-</sub>	5V	U <sub>2+</sub>	U <sub>0-</sub>	S2	S1	Innenschirm
RS 422	0V	Z <sub>1-</sub>	NAS	SCL	SDA	-	Z <sub>1+</sub>	Z <sub>0+</sub>	Z <sub>2-</sub>	5V	Z <sub>2+</sub>	Z <sub>0-</sub>	S2	S1	
Kabel Ø 5,1 mm	ws	ge	vio	sw	br/gn	-	gn	gr	rt	br	bl	rs	ws/ge	ge/br	ws/gn

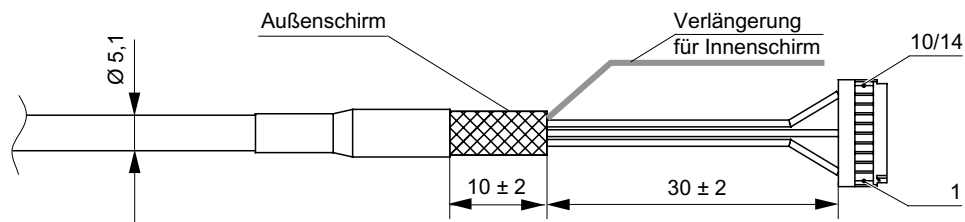


Abbildung 9

#### 1 V<sub>SS</sub>

U <sub>1+</sub>	Zählsignal 0° (sin)
U <sub>1-</sub>	Zählsignal 180° (-sin)
U <sub>2+</sub>	Zählsignal 90° (cos)
U <sub>2-</sub>	Zählsignal 270° (-cos)
U <sub>0+</sub>	Referenzsignal
U <sub>0-</sub>	neg. Referenzsignal

#### RS 422

Z <sub>1+</sub>	Zählsignal 0°
Z <sub>1-</sub>	neg. Zählsignal 0° (180°)
Z <sub>2+</sub>	Zählsignal 90°
Z <sub>2-</sub>	neg. Zählsignal 90° (270°)
Z <sub>0+</sub>	Referenzsignal
Z <sub>0-</sub>	neg. Referenzsignal

0V Masse (GND)

5V Betriebsspannung (U<sub>B</sub>)

AS Ausfallsignal (Überwachungssignal)

NAS neg. Ausfallsignal

NAS high: Eingangssignal innerhalb des Toleranzbereiches

NAS low: Eingangssignal außerhalb des Toleranzbereiches (Messsystem überprüfen!)

SCL Programmierleitung Clock

SDA Programmierleitung Daten

#### 4.15 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)



Für maximale Sicherheit gegen elektrische und magnetische Störfelder bitte folgende Hinweise beachten:

- Das Messsystem muss galvanisch gut leitend angebracht werden, d.h. die Anschraubflächen, die Gewinde der Befestigungsschrauben und die Gewinde im Maschinenteil müssen frei von elektrisch nichtleitenden Oberflächen sein.
- Die von NUMERIK JENA konfektionierten Schirmkonzepte müssen eingehalten werden!
- Schirmung bei Messsystemen ohne Steckverbinder:
  - bei direktem Anschluss an eine Auswerteelektronik den Außenschirm des Kabels galvanisch gut leitend mit Erdpotential verbinden
  - bei Verwendung von Kabelverbindungen (z.B. Klemmleisten, etc.) Außenschirme der Kabel miteinander verbinden und an die Abschirmung der Kabelverbindung anschließen
- Bei Verwendung einer Zusatzelektronik muss das Gehäuse galvanisch gut leitend angebracht sein. Ist dies nicht möglich, muss das Gehäuse auf kürzestem Weg durch eine zusätzliche Potentialausgleichsleitung (Cu-Leitung mit Querschnitt  $\geq 6 \text{ mm}^2$ ) mit der Maschinenschutzterde verbunden werden.
- Treten im Zusammenwirken mit speziellen Anzeigen oder Steuerungen Störprobleme auf, sind diese mit dem NUMERIK JENA Service und mit dem Service der Anzeigen-/Steuerungshersteller zu klären.

## 4.16 Schirmkonzepte

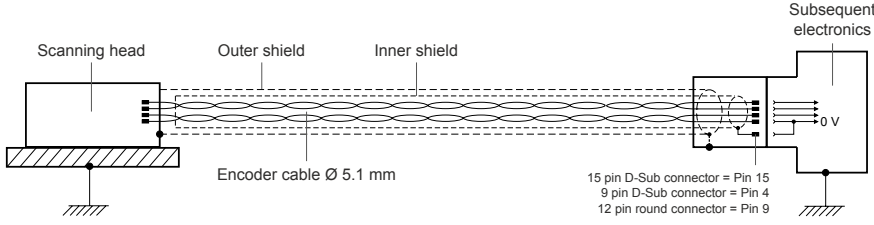
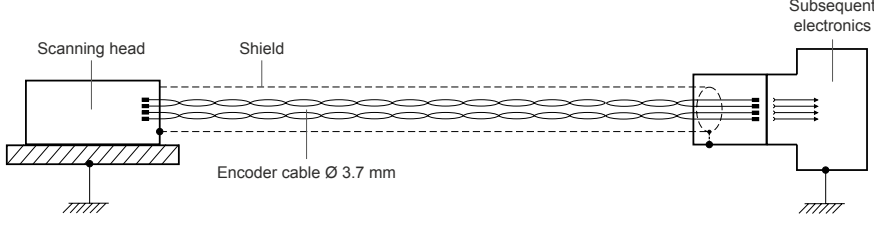
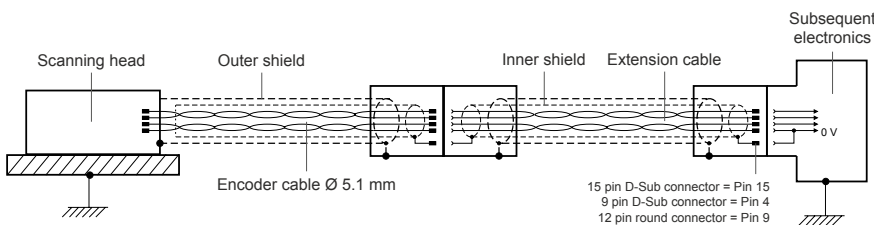
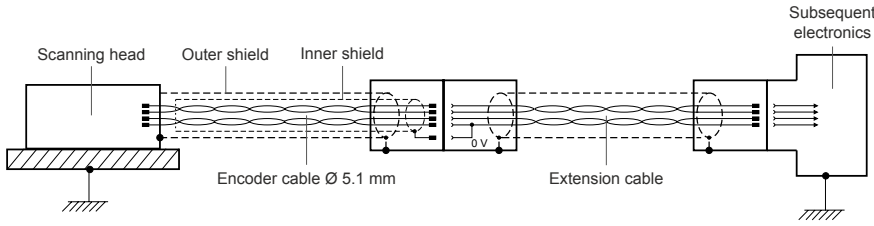
LIA	Abbildung
<p>1 V<sub>pp</sub> output</p> <p>Signal processing in the scanning head</p>	 <p>The diagram shows a scanning head on the left, connected to a scanning head assembly. This assembly is connected to an encoder cable with a diameter of 5.1 mm. The cable has an outer shield and an inner shield. The other end of the cable is connected to a 15-pin D-Sub connector (Pin 15), a 9-pin D-Sub connector (Pin 4), and a 12-pin round connector (Pin 9). These connectors are connected to subsequent electronics, which includes a 0V ground connection.</p>
<p>RS 422 output</p> <p>Signal processing in the scanning head</p>	 <p>The diagram shows a scanning head on the left, connected to a scanning head assembly. This assembly is connected to an encoder cable with a diameter of 3.7 mm. The cable has a single shield. The other end of the cable is connected to a 15-pin D-Sub connector (Pin 15), a 9-pin D-Sub connector (Pin 4), and a 12-pin round connector (Pin 9). These connectors are connected to subsequent electronics, which includes a 0V ground connection.</p>
<p>1 V<sub>pp</sub> output</p> <p>Signal processing in the connector with extension cable</p>	 <p>The diagram shows a scanning head on the left, connected to a scanning head assembly. This assembly is connected to an encoder cable with a diameter of 5.1 mm. The cable has an outer shield and an inner shield. The other end of the cable is connected to a 15-pin D-Sub connector (Pin 15), a 9-pin D-Sub connector (Pin 4), and a 12-pin round connector (Pin 9). These connectors are connected to subsequent electronics, which includes a 0V ground connection.</p>
<p>RS 422 output</p> <p>Signal processing in the connector with extension cable</p>	 <p>The diagram shows a scanning head on the left, connected to a scanning head assembly. This assembly is connected to an encoder cable with a diameter of 5.1 mm. The cable has an outer shield and an inner shield. The other end of the cable is connected to a 15-pin D-Sub connector (Pin 15), a 9-pin D-Sub connector (Pin 4), and a 12-pin round connector (Pin 9). These connectors are connected to subsequent electronics, which includes a 0V ground connection.</p>

Tabelle 7

## 4.17 Spannungsausgang 1 V<sub>SS</sub>

### Optimale Anschluss-Schaltung

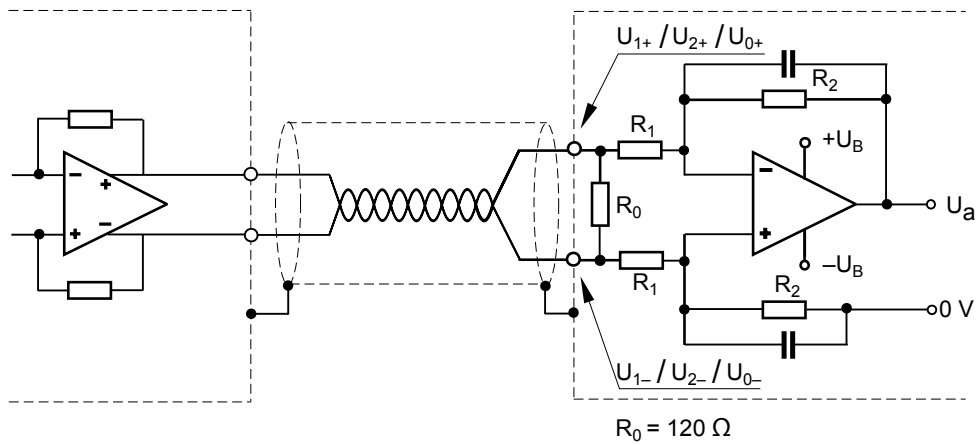


Abbildung 10

### Signalverlauf

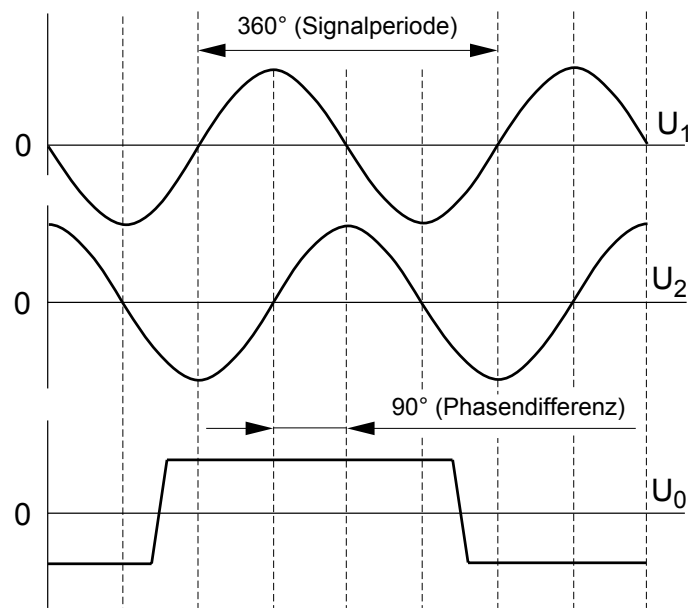


Abbildung 11

Differenzsignale gemessen an  $R_0$ :

$$U_1 = U_{1+} - U_{1-} = 0,6 \dots 1,2 V_{SS} \quad (\text{Nennspannung: } 1 V_{SS})$$

$$U_2 = U_{2+} - U_{2-} = 0,6 \dots 1,2 V_{SS} \quad (\text{Nennspannung: } 1 V_{SS})$$

$$U_0 = U_{0+} - U_{0-} = 0,5 \dots 1,2 V \quad (\text{Nennspannung: } 0,8 V)$$

## 4.18 Rechteckausgang RS-422

### Optimale Anschluss-Schaltung

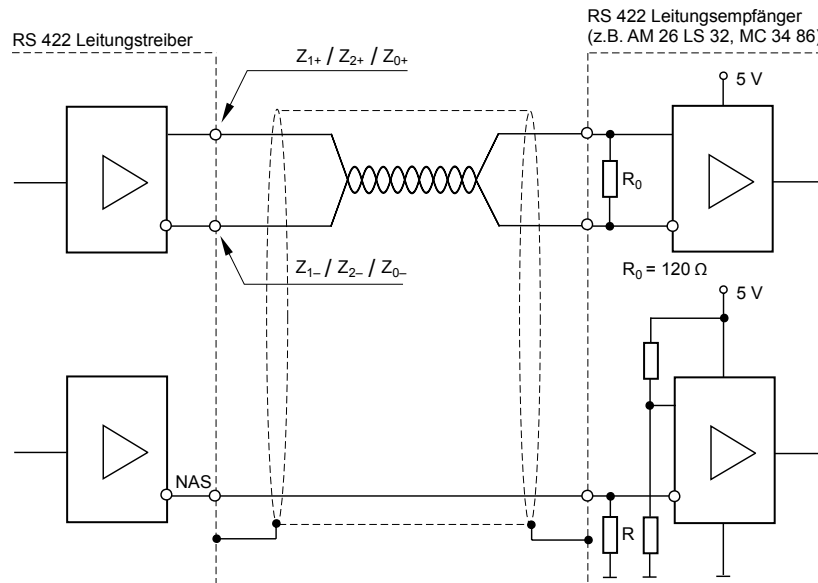


Abbildung 12

### Signalverlauf

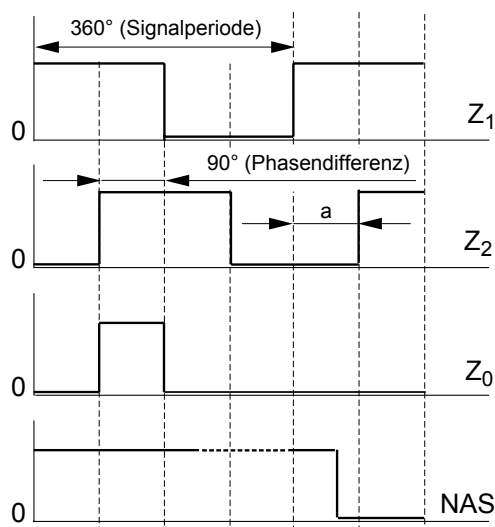


Abbildung 13

#### NAS high:

Messsystem funktionstüchtig, Eingangssignale innerhalb des Toleranzbereiches

#### NAS low:

Messsystem überprüfen

#### a:

Minimaler Flankenabstand in Abhängigkeit von Interpolationsfaktor und Verfahrensgeschwindigkeit (siehe Punkt 4.5)

Zur Vermeidung von Störbeflüssen ist die Kabelanpassung mit dem Kabel-Anschluss-Widerstand  $R_0 = 120 \Omega$  notwendig. Bei Anschluss mehrerer paralleler Signaleingänge an ein Messsystem-Ausgangssignal (z.B. bei Linearantrieben, paralleler Anschluss von Positioncontroller, Geschwindigkeitscontroller oder Beschleunigungscontroller) ist darauf zu achten, dass der resultierende Abschlusswiderstand dieser Eingänge  $R_{0res} \approx 120 \Omega$  ist.

## 4.19 Schaltsensor TTL

### Optimale Anschluss-Schaltung

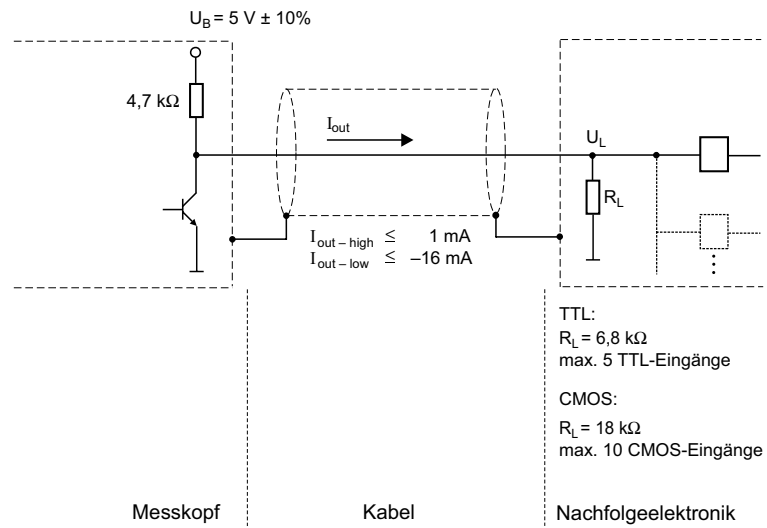


Abbildung 14

### Signalverlauf

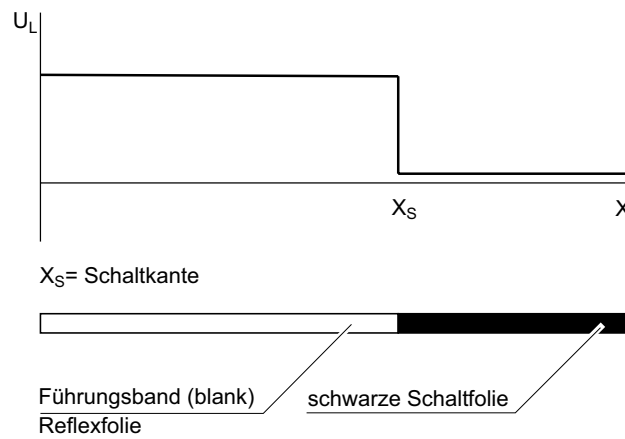


Abbildung 15

## 4.20 Schaltsensor MOS-Relais LIA 21

### Ausgangsschaltung der Schaltsignale bei LIA 21

für RS 422 ohne Interpolation und für Sinussignal  $1 V_{SS}$ , für RS 422 mit Interpolation



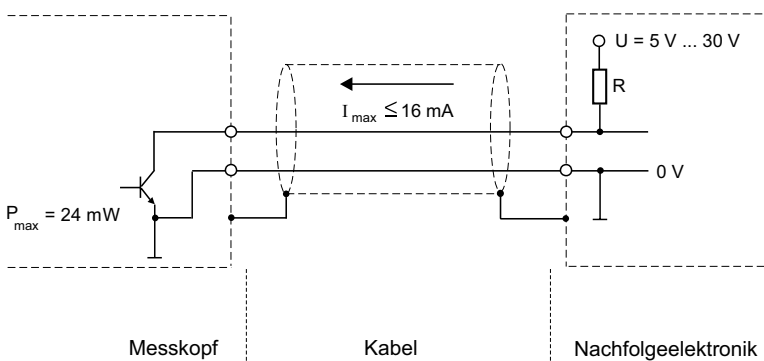
galvanisch getrennter Schaltkontakt

max. Schaltspannung (DC / AC):	$U_{a \max}$	=	300 V
max. Dauerstrom:	$I_{\max}$	=	0,1 A
max. Verlustleistung:	$P_{\max}$	=	300 mW

Abbildung 16

## 4.21 Schaltsensor Open Collector

### Optimale Anschluss-Schaltung



$R_{\min}$ (5 V)	≥	330 Ω
$R_{\min}$ (12 V)	≥	750 Ω
$R_{\min}$ (24 V)	≥	1,5 kΩ
$P_{\max}$	=	max. Verlustleistung

Abbildung 17

**Unbedingt Kurzschluss des Open-Collector-Ausgangs gegen die Versorgungsspannung U vermeiden. Bei Kurzschluss besteht die Gefahr, dass das Messsystem beschädigt wird!**



## 4.22 Anschluss-Schaltungen für JST-Miniaturstecker

Die Messsysteme von NUMERIK JENA bieten die Möglichkeit einer elektronischen Signaljustierung nach der Montage. Dies dient der Signaloptimierung bzw. -anpassung an die individuellen Anbaubedingungen. Die notwendige Diagnosebuchse ist üblicherweise auf einer Platine in einem 15-poligen D-Sub-Steckverbinder oder im Messkopf untergebracht.

Bei der Systemvariante mit JST-Miniaturstecker gehört die Diagnosebuchse nicht zum Lieferumfang!

Um dennoch einen Signalabgleich durchführen zu können, wird empfohlen, dies nach dem im Folgenden dargestellten Schema durchzuführen. Die Kontaktierung zwischen Diagnosegerät ("ADJUSTMENT TOOL") und Platine erfolgt mit Hilfe einer 8-poligen Stiftleiste (verbunden mit einem Diagnosekabel), die im Lieferumfang des Diagnosegerätes enthalten ist.

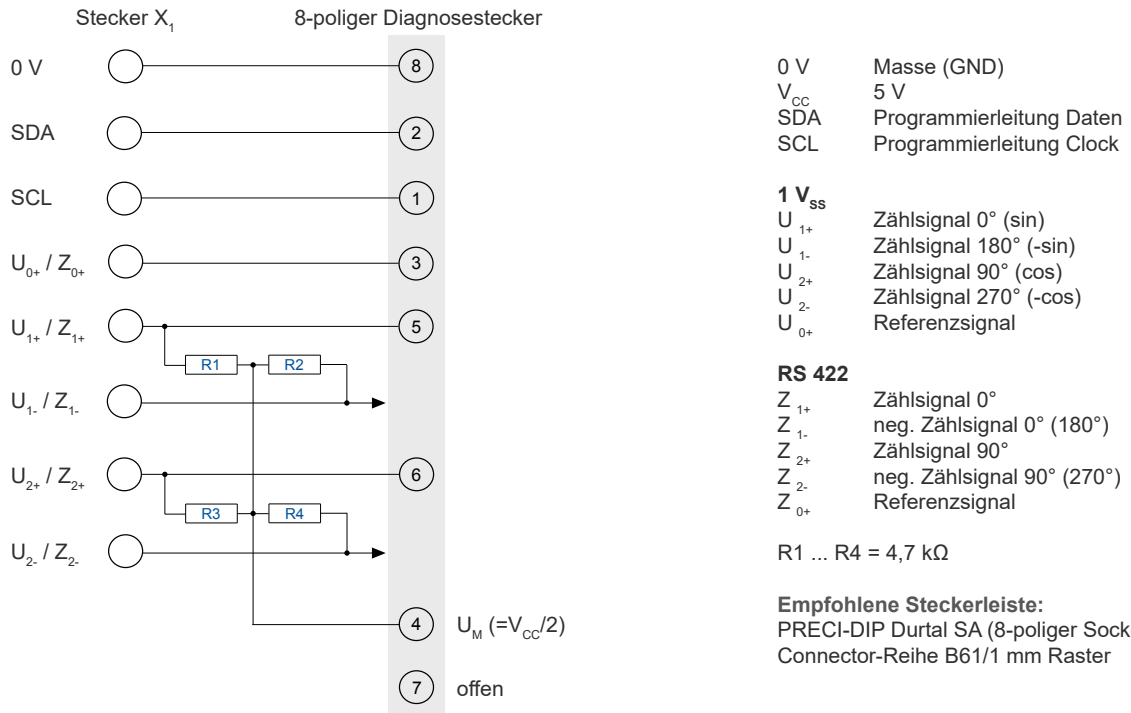


Abbildung 18

### Optimale Schaltung für die Stromversorgung

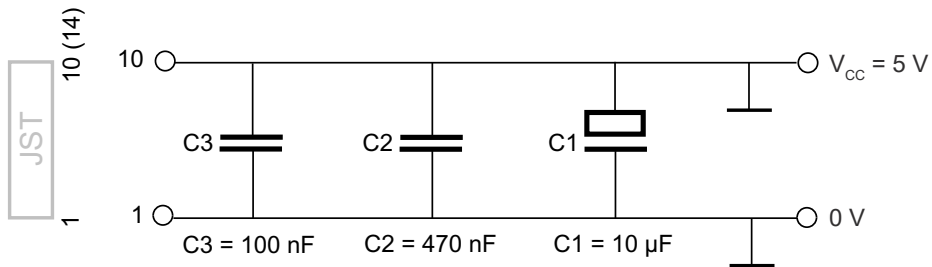


Abbildung 19

## 5. Allgemeine Montagehinweise

### 5.1 Lieferumfang

#### Standard

- Messkopf LIA 20 oder LIA 21 (gemäß bestellter Spezifikation)
- M3-Befestigungsschrauben für den Messkopf (nur für Messköpfe mit Durchgangsbohrungen)
- DOUBLEFLEX oder SINGLEFLEX Maßband (gemäß bestellter Spezifikation)
- schwarze Schaltfolie (nur bei LIA 21 enthalten)
- Abstandslehre (Etalon) zur Messkopfmontage (aus Kunststoff mit Kennzeichnung „0,6“)
- Informationsblatt

#### Optional

- Führungsbänder für SINGLEFLEX oder DOUBLEFLEX Maßband (gemäß bestellter Spezifikation)
- Montagezubehör Führungsband-Aufbringvorrichtung (FAV)
- Abstandslehre für Führungsband-Aufbringvorrichtung (aus Stahl mit Kennzeichnung „FAV“)
- Verlängerungskabel
- Reflexfolie (wenn keine Führungsbänder eingesetzt werden)

### 5.2 Einbaulage

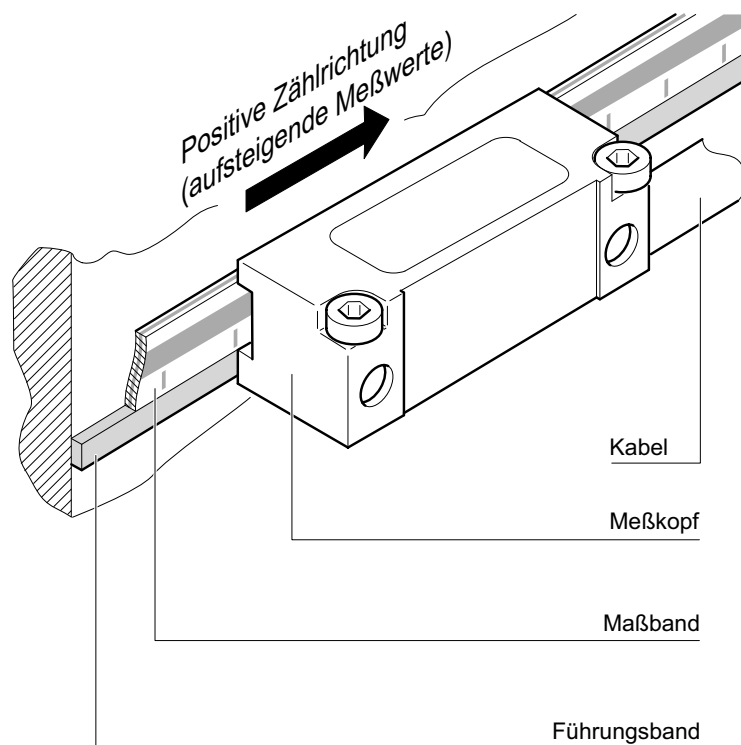


- Die Einbaulage der Messsysteme ist beliebig.
- Zur Vermeidung von Schmutzablagerungen wird eine senkrechte Position des Maßbandes empfohlen.
- Der Messsystemanwender ist für geeignete konstruktive Maßnahmen gegen Verschmutzungen selbst verantwortlich.
- Die Zählrichtung der Messsysteme ist in jedem Fall positiv (aufsteigende Messwerte), wenn sich der Messkopf gegenüber dem Maßband in Richtung des Kabelausgangs bewegt.
- In jeder Einbaulage ist auf leichte Zugänglichkeit zur Reinigung der Maßbandoberfläche und der Abtastfenster des Messkopfes zu achten. Einwirkung von Schmutz und Fremdkörpern während des Einsatzes sind zu vermeiden!
- Wenn keine Kante oder Nut zur Führung des Maßbandes vorhanden sind werden Führungsbänder von NUMERIK JENA empfohlen. Zum Aufbringen der Führungsbänder die Montagehilfe „FAV“ benutzen.
- Die NUMERIK JENA Führungsbänder sind sowohl für SINGLEFLEX als auch für DOUBLEFLEX Maßbänder geeignet.

#### HINWEIS

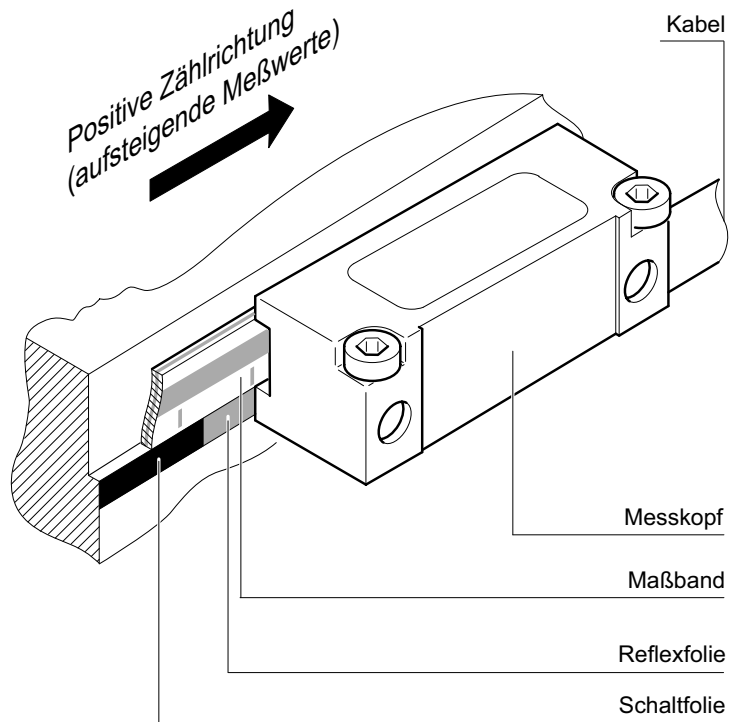
Maßverkörperungen, insbesondere DOUBLEFLEX-Maßbänder, dürfen während der Montage oder des Betriebes keinen starken Beschleunigungs- oder Vibrationskräften ausgesetzt werden. Bei verfahrenen Axen sollte vorzugsweise der Messkopf die bewegte Komponente sein, nicht die Maßverkörperung.

- Da sich die SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX Maßbänder in der Dicke unterscheiden, sind die Führungsbänder der Dicke der Maßbänder angepaßt:
  - für DOUBLEFLEX Maßband:  $d = 0,7 \text{ mm}$
  - für SINGLEFLEX Maßband:  $d = 0,5 \text{ mm}$
- Beachten Sie bitte, dass die für DOUBLEFLEX Maßbänder bestimmten Führungsbänder nicht für die SINGLEFLEX Maßbänder verwendet werden dürfen und umgekehrt.
- Führungsband, Nut oder Kante dienen auch als Montagehilfe zum geraden Aufbringen des Maßbandes, insbesondere über große Längen.
- Beim DOUBLEFLEX Maßband dienen Nut und Kante gleichzeitig als Anschlag gegen das Verschieben des Maßbandes gegenüber dem Trägerband.
- Die messtechnischen Eigenschaften des DOUBLEFLEX Maßbandes werden durch eine Adhäsionsschicht zwischen Maßband und Trägerband erreicht. Das Maßband und das Trägerband dürfen nicht gegeneinander verschoben oder voneinander gelöst werden!
- DOUBLEFLEX Maßbänder bei vertikaler Einbaulage stets mit dem Fixpunkt nach oben zeigend, montieren da sich sonst das Maßband vom Trägerband lösen kann!
- Bei senkrechter Einbaulage des DOUBLEFLEX Maßbandes muss das Maßband auf dem Führungsband aufliegen.



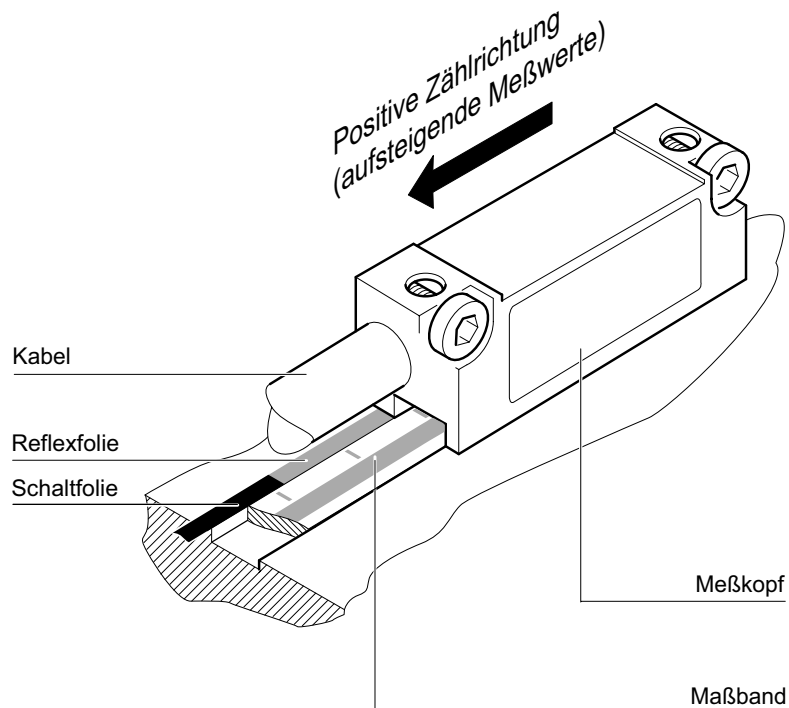
**Beispiel:**

senkrechte Einbaulage der Maßbandoberfläche eines DOUBLEFLEX Maßbandes ohne Nut oder Kante, dafür mit einem Führungsband



**Beispiel:**

senkrechte Einbaulage der Maßbandoberfläche eines DOUBLEFLEX Maßbandes an einer Kante mit Reflex- und Schaltfolie

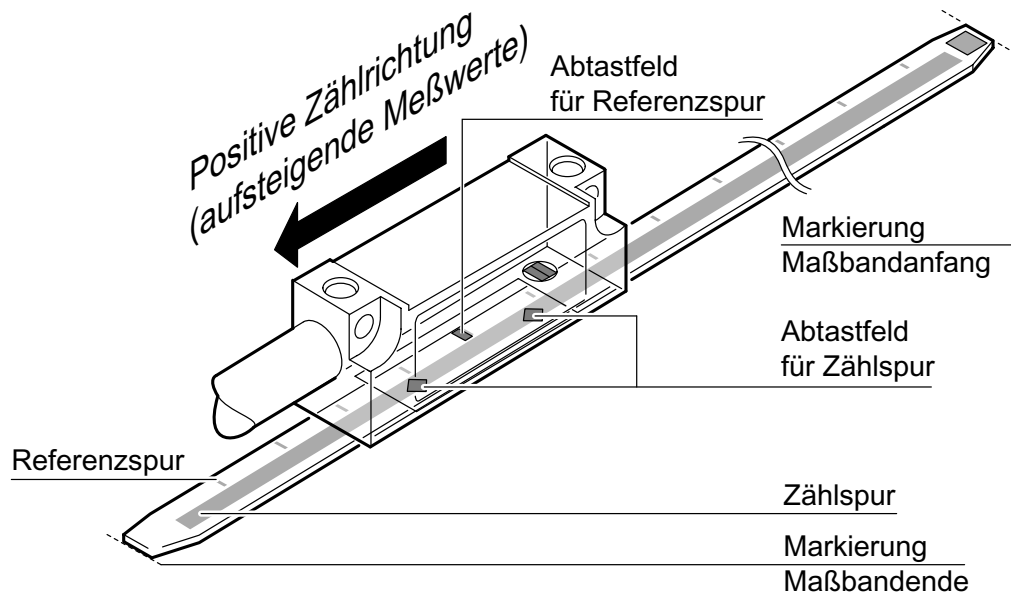


**Beispiel:**

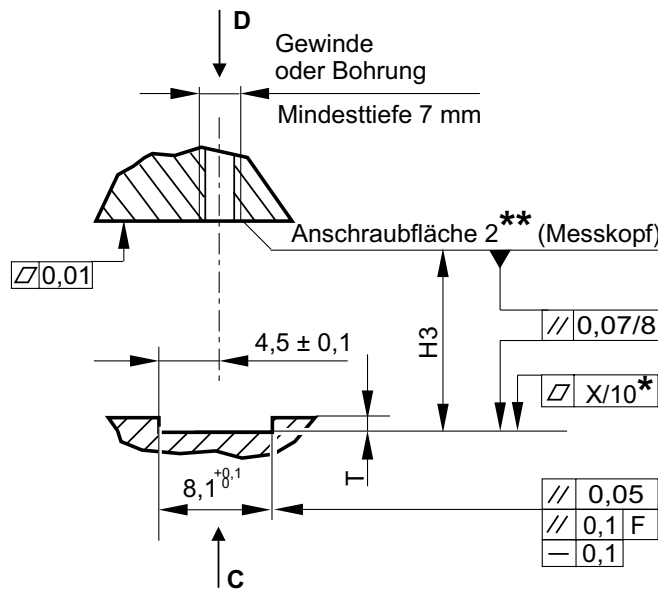
waagerechte Einbaulage der Maßbandoberfläche eines SINGLEFLEX Maßbandes in einer Nut mit Reflex- und Schaltfolie

### 5.3 Maßbandposition

- Markieren Sie vor der Montage die spätere Lage des Maßbandes.
- Die Ausrichtung des Maßbandes hängt von der Anbaulage des Messkopfes ab.
- Bitte stellen Sie sicher, dass später die Abtastfelder für Zähl- und Referenzspur im Messkopf über der jeweiligen Spur auf dem Maßband liegen.



## 5.4 Montageflächen für Messkopf und Maßband



M3 bei Anschraubung von Seite A für LIA 20 / 21

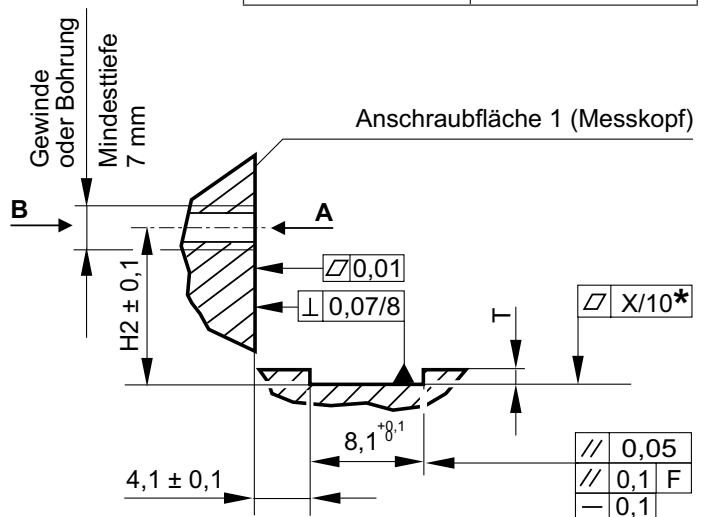
Ø 4,6 bei Anschraubung von Seite B für LIA 20 / 21

Maßband-führung	T
SINGLEFLEX Maßband	0,4 <sub>-0,05</sub>
DOUBLEFLEX Maßband	0,7 <sub>-0,1</sub>

Genauigkeits-klasse	X
±1 µm	0,003
±2 µm	0,006
±3 µm	0,009
±5 µm	0,009

M3 bei Anschraubung von Seite C für LIA 20 / 21

Ø 4,6 bei Anschraubung von Seite D für LIA 20 / 21



*	Abweichung X pro 10 mm Maßbandlänge
**	Anschraubfläche 2 muss höhenverstellbar sein, um das Abstandsmaß H1 ±0,1 und die Parallelität 0,025 realisieren zu können

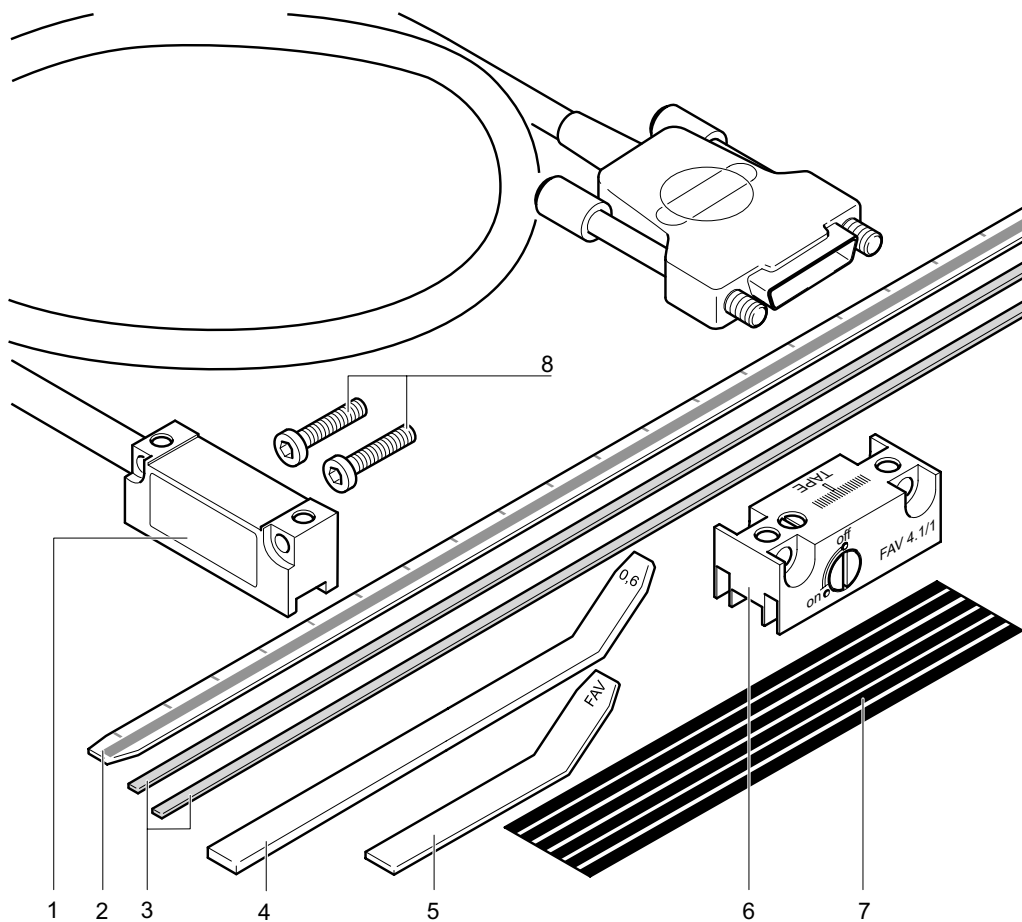
Teilungsperiode (TP)	H2		H3	
	SINGLEFLEX Maßband	DOUBLEFLEX Maßband	SINGLEFLEX Maßband	DOUBLEFLEX Maßband
20 µm	10,9 mm	11,1 mm	13,5 mm	13,7 mm

## 5.5 Montageschritte



Im Folgenden werden die Montageschritte für ein LIA Messsystem von NUMERIK JENA beschrieben. Die Montageschritte zeigen die Montage der im Lieferumfang enthaltenen, sowie der optional erhältlichen Komponenten.

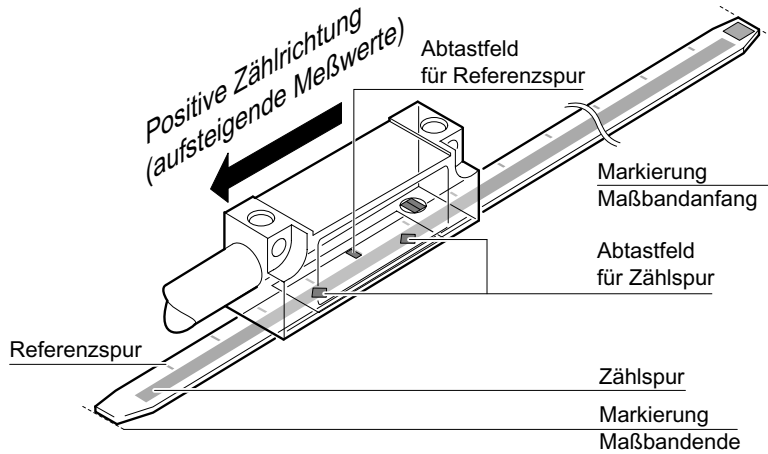
- Bitte lesen Sie sorgfältig die Angaben zu den einzelnen Montageschritten und halten Sie die angegebene Reihenfolge unbedingt ein!
- Die Montageschritte für die Messsysteme LIA 20 und LIA 21 sind grundsätzlich gleich.
- Für alle Schrauben ist ein Anzugsmoment von 1 Nm einzuhalten!



- 1 Messkopf mit Kabel und Steckverbinder
- 2 Maßband
- 3 Führungsbänder (optional)
- 4 Abstandslehre für Messkopf mit der Kennzeichnung „0,6“
- 5 Abstandslehre für Führungsband-Aufbringvorrichtung mit der Kennzeichnung „FAV“
- 6 Führungsband-Aufbringvorrichtung FAV (optional)
- 7 Schaltfolie (bei LIA 21)
- 8 Befestigungsschrauben (M3) für Messkopf (für Messköpfe mit Durchgangsbohrungen)

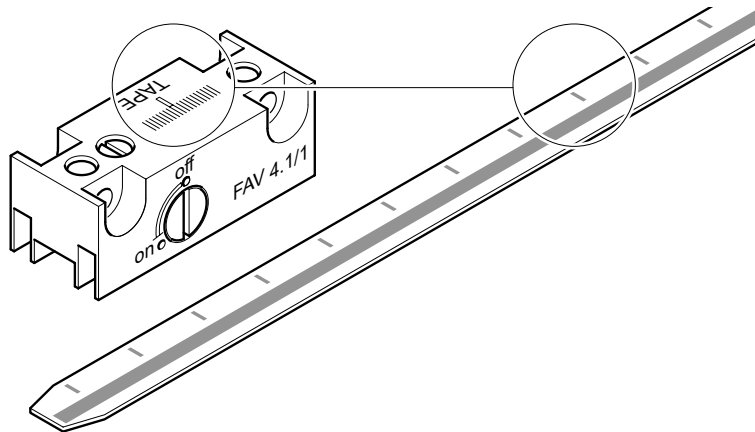
1

- Markieren Sie bitte vor der Montage die spätere Lage des Maßbandes.
- Die Ausrichtung des Maßbandes hängt von der Anbaulage des Messkopfes ab.
- Stellen Sie sicher, dass später die Abtastfelder für Zähl- und Referenzspur im Messkopf über der jeweiligen Spur auf dem Maßband liegen.



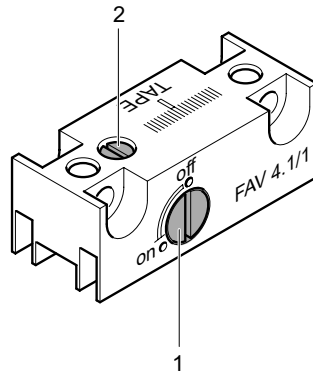
2

- Beachten Sie die Anbaulage der Führungsband-Aufbringvorrichtung. Die auf der FAV dargestellte Rasterstruktur muss mit der Lage der Rasterstruktur des Maßbandes übereinstimmen.



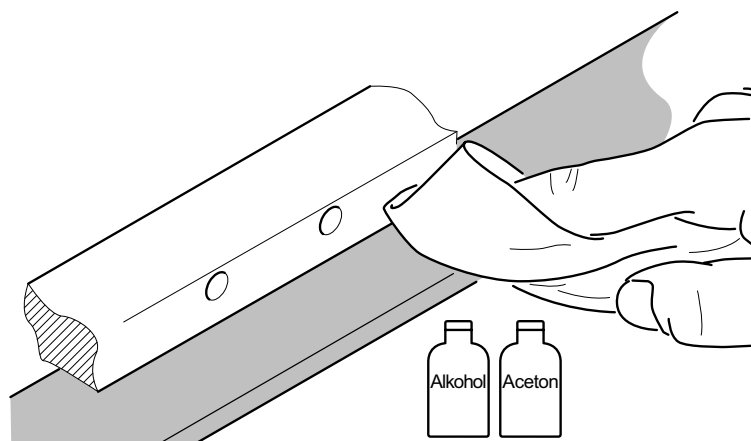
3

- Bringen Sie vor dem Anbau der FAV die Einstellschrauben 1 und 2 in die Stellung „off“:
  - 1. Schraube nach rechts drehen (Kerbe im Schraubenschlitz bei „off“)
  - 2. Schraube nach links drehen, bis sie bündig mit dem FAV-Gehäuse abschließt
- Verwenden Sie bitte standardmäßig die Einstellschraube 1.
- Sollten Ihre Einbaubedingungen, die Zugänglichkeit der Einstellschraube 1 nicht ermöglichen, verwenden Sie bitte die Einstellschraube 2.



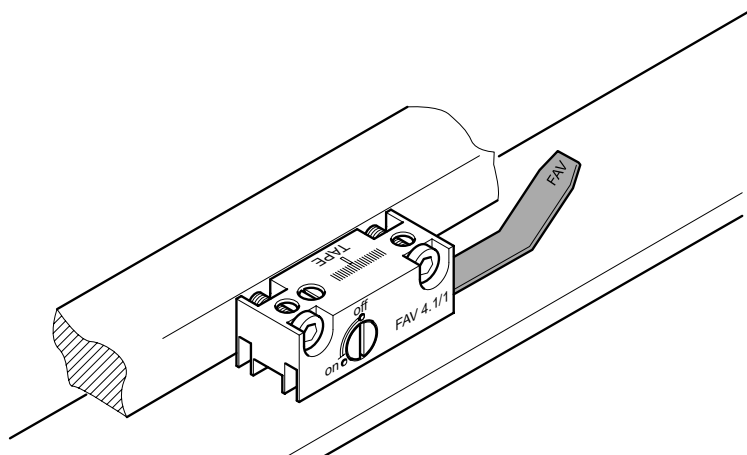
4

- Reinigen Sie die maschinenseitige Klebefläche gründlich mit einem Lösungsmittel (z.B. Aceton oder Alkohol).
- Achten Sie darauf, dass sich auf der maschinenseitigen Klebefläche nach der Reinigung keine Rückstände oder Fremdkörper befinden!
- ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!



5

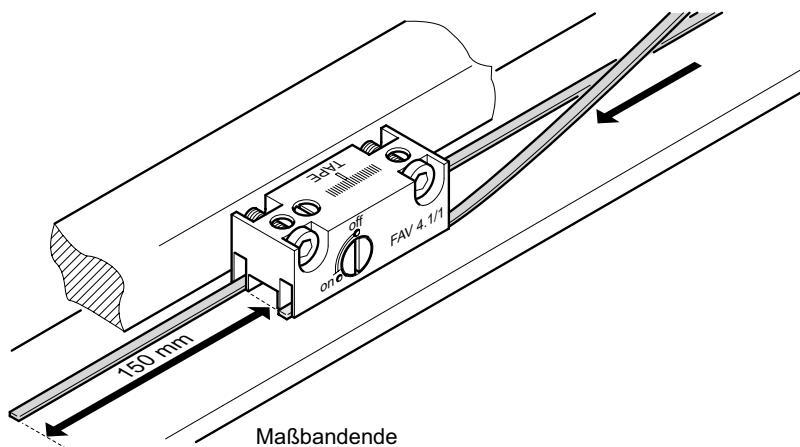
- Schrauben Sie die FAV anstelle des LIA-Messkopfes am vorgesehenen Maschinenteil an. Stellen Sie dabei durch Unterlegen der Abstandslehre „FAV“ einen Abstand von 0,25 mm zwischen der Maßbandauflage und der FAV-Unterseite ein.



6

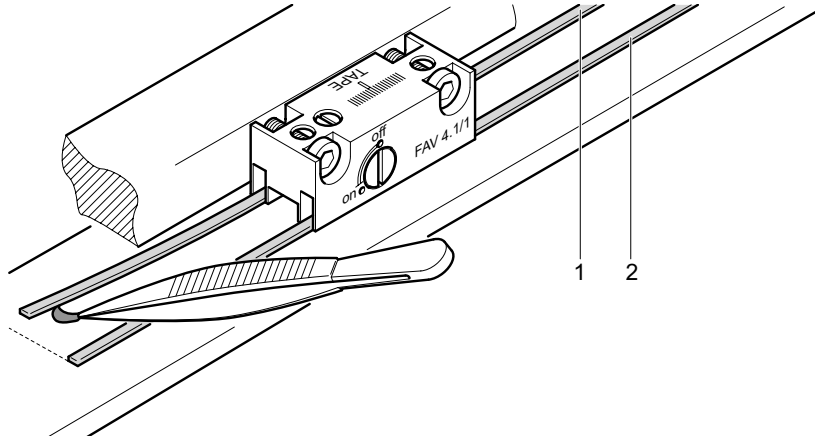
- Positionieren Sie die FAV durch Verfahren des Maschinen-/Geräteschlittens ca. 150 mm rechts vom Maßbandende.
- Führen Sie die Führungsbänder von rechts in die Nuten der FAV ein und schieben Sie diese dann bis zum vorgesehenen Maßbandende durch.
- Achten Sie bitte auf die richtige Dicke der Führungsbänder in Bezug auf das verwendete Maßband!

- SINGLEFLEX Maßband: gelbe Schutzfolie
- DOUBLEFLEX Maßband: rote Schutzfolie



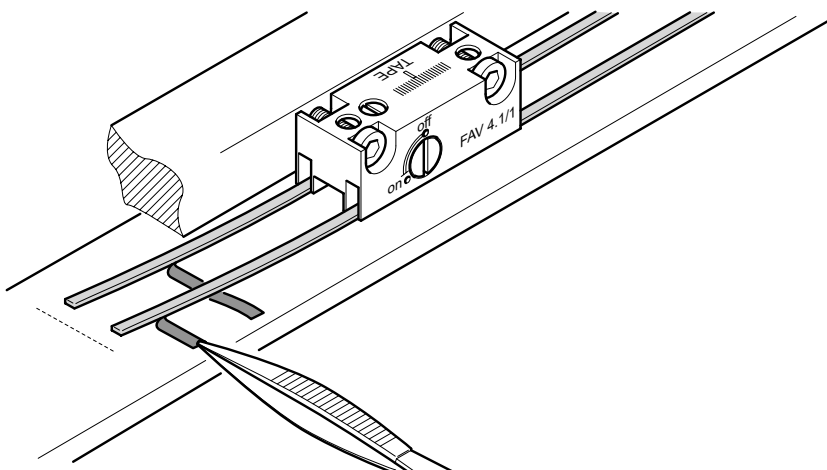
7

- Heben Sie das Führungsband 1 vorsichtig an.
- Ziehen Sie die Schutzfolie des Klebebandes ca. 10 mm in Richtung Führungsband 2 ab.
- Legen Sie Führungsband 1 wieder auf die Unterlage auf.



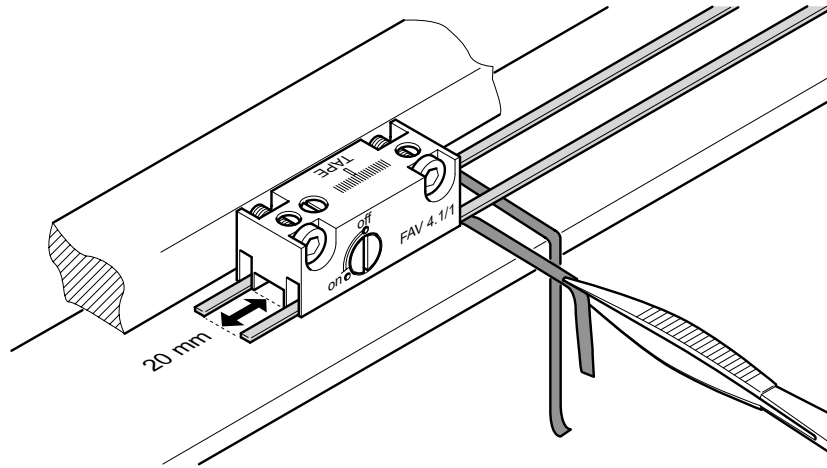
8

- Heben Sie das Führungsband 2 vorsichtig an.
- Ziehen Sie die Schutzfolie des Klebebandes 1 ca. 20 ... 30 mm unter Führungsband 2 durch.
- Ziehen Sie die Schutzfolie des Klebebandes 2 ca. 10 ... 20 mm schräg nach vorn ab.
- Legen Sie Führungsband 2 wieder auf die Unterlage auf.



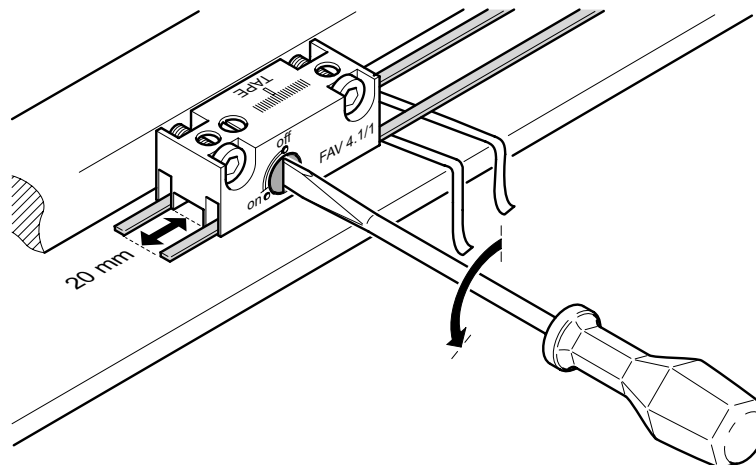
9

- Bringen Sie durch Verfahren des Maschinen-/Geräteschlittens die FAV in Position 2, d.h. ca. 20 mm rechts vom Maßbandende.
- Ziehen Sie nun beide Klebeband-Schutzfolien soweit ab, bis die rechte Kante der FAV erreicht ist.



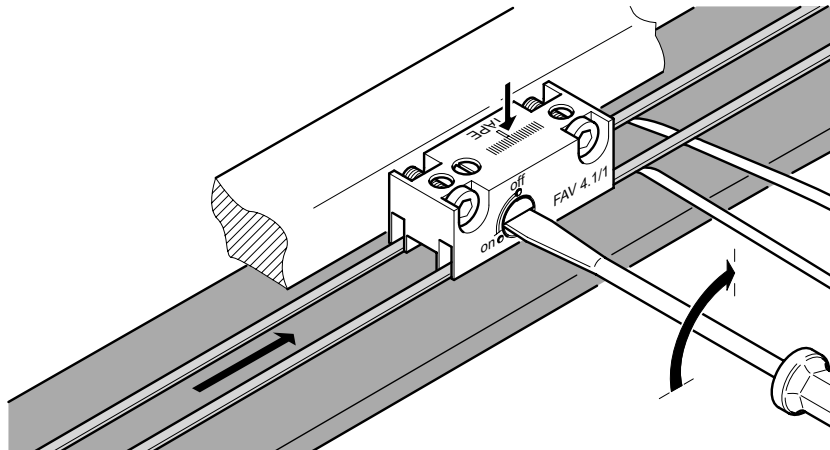
10

- Bringen Sie die Einstellschraube 1 durch Linksdrehen in die Stellung „on“, d.h. die Kerbe im Schraubenschlitz steht bei „on“.
- Die Führungsbänder werden jetzt von den Federn der FAV gegen die Unterlage gedrückt.



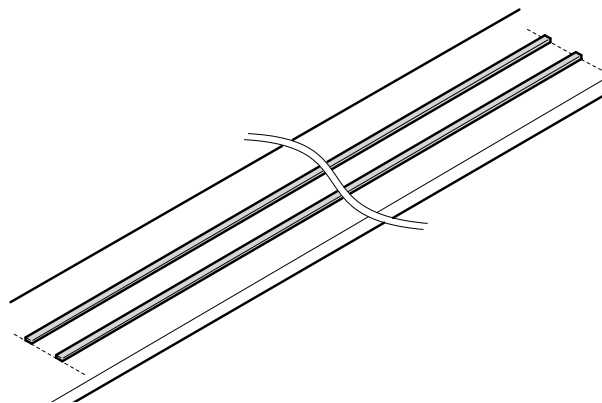
11

- Fahren Sie die FAV mit dem Schlitten bis zum rechten Maßbandende zurück und ziehen Sie dabei beide Schutzfolien synchron zur Schlitten bzw. FAV- Bewegung vor der FAV soweit ab, bis sie völlig entfernt sind.
- Einstellschraube 1 wieder in Stellung „off“ bringen.
- FAV nun vom Maschinenteil entfernen.
- Die rechten Enden der Führungsbänder gegen die Unterlage drücken und dabei Verschiebungen quer zur Maßbandrichtung vermeiden.



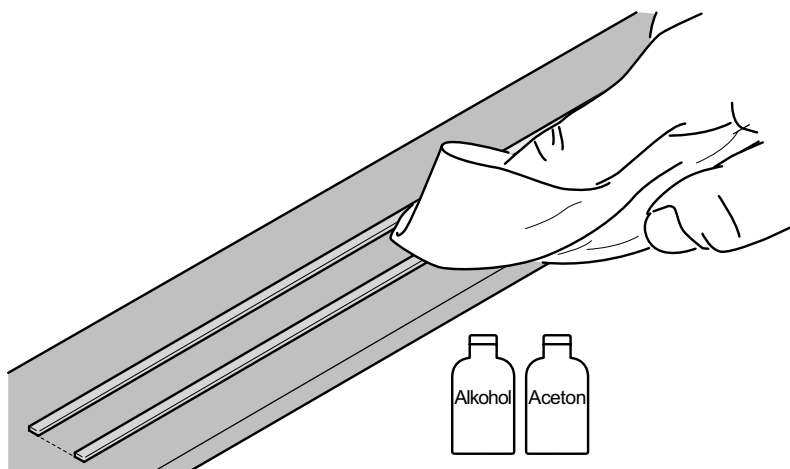
12

- Die Führungsbänder sind jetzt parallel zum Schlittenablauf mit der vorgeschriebenen Position zu den Messkopf-Abtastfenstern und dem erforderlichen Abstand zueinander ausgerichtet und fixiert.
- Das Maßband kann nun in der durch die Führungsbänder gebildeten Nut montiert werden.
- Bei beengten Einbauverhältnissen kann auf ein Führungsband verzichtet werden.
- Das Maßband kann dann an der durch das Führungsband gebildeten Kante montiert werden.



13

- Reinigen Sie die maschinenseitige Klebefläche gründlich mit einem Lösungsmittel (z.B. Aceton oder Alkohol).
- Kontrollieren Sie dabei bitte ob die Führungsbänder über die gesamte Messlänge fest aufgeklebt sind.
- Achten Sie darauf, dass sich auf der maschinenseitigen Klebefläche nach der Reinigung keine Rückstände oder Fremdkörper befinden!
- Fremdkörper zwischen Maschine und Maßband führen zu lokalen Abstandsänderungen zwischen Maßband und Messkopf. Das kann Funktionsstörungen des Messsystems und/oder Messfehler zur Folge haben.
- ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!



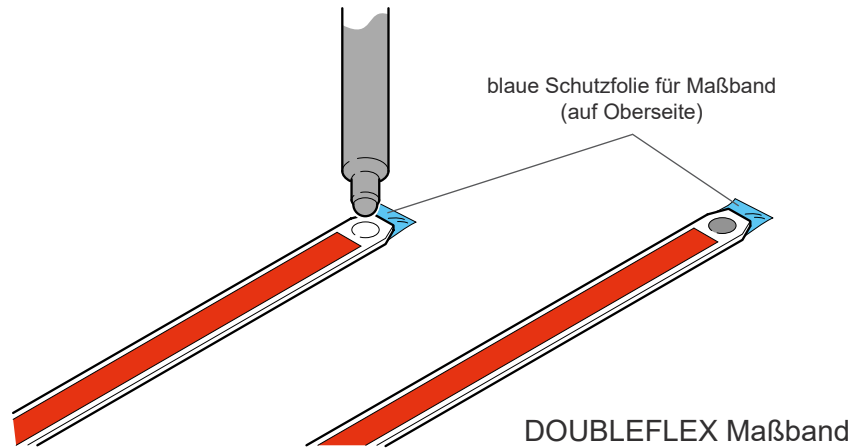
### Hinweise zur Montage von SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX Maßbändern



- Die Montageschritte beim SINGLEFLEX und DOUBLEFLEX Maßband sind prinzipiell gleich. Beachten Sie jedoch bitte folgende Hinweise zur Montage!
- Die Maßbänder können in der Nut bzw. an der Kante, die durch die Führungsbänder gebildet wird, in einer maschinenseitig vorhandenen Nut oder an einer maschinenseitig vorhandenen Kante verlegt werden.
- Legen Sie das Maßband stirnseitig genau an die Markierung für den Maßbandanfang an.
- Führen Sie das Maßband beim Aufkleben genau in der Nut oder an der Kante.
- Wählen Sie bei senkrechter Lage des Maßbandes und bei Verwendung von DOUBLEFLEX Maßbändern den Anbau so, dass sich das Maßband auf der Anschlagkante abstützt (siehe auch Punkt 5.2).

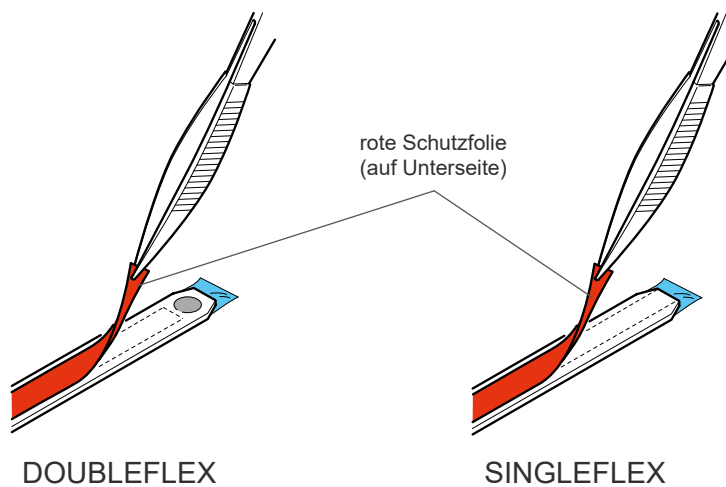
14

- Bei Verwendung eines DOUBLEFLEX Maßbandes müssen Sie zuerst den Fixpunkt aufkleben.
- Bitte beachten Sie die Verarbeitungs- und Sicherheitsvorschriften des Kleberherstellers!
- Bringen Sie auf die Mitte des Fixpunktes einen Tropfen Klebstoff auf.
- Empfohlene Kleber:
  - Cyanacrylat-Kleber wie Loctide 480 oder Loctide 401
  - Epoxydharz



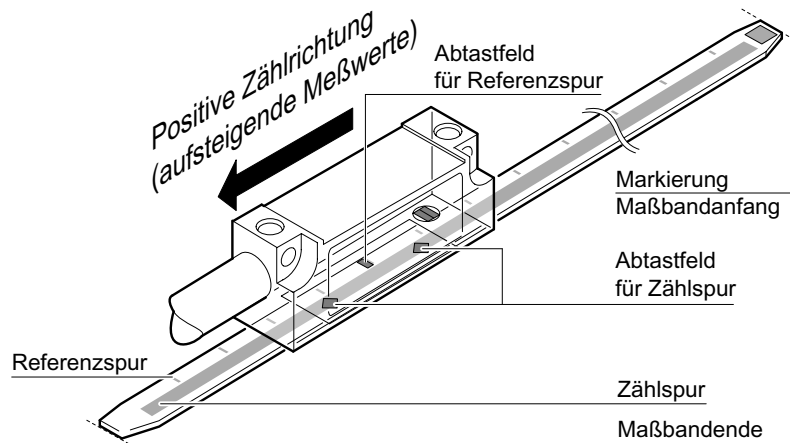
15

- Ziehen Sie vorsichtig die rote Schutzfolie des Klebebandes auf der Rückseite des Maßbandes ca. 70 mm ab.
- Das freigelegte Klebeband darf auf Grund seiner hohen Klebkraft nicht mit anderen Materialien in Berührung kommen!
- Entfernen Sie bitte noch nicht die blaue Schutzfolie auf dem Maßband!



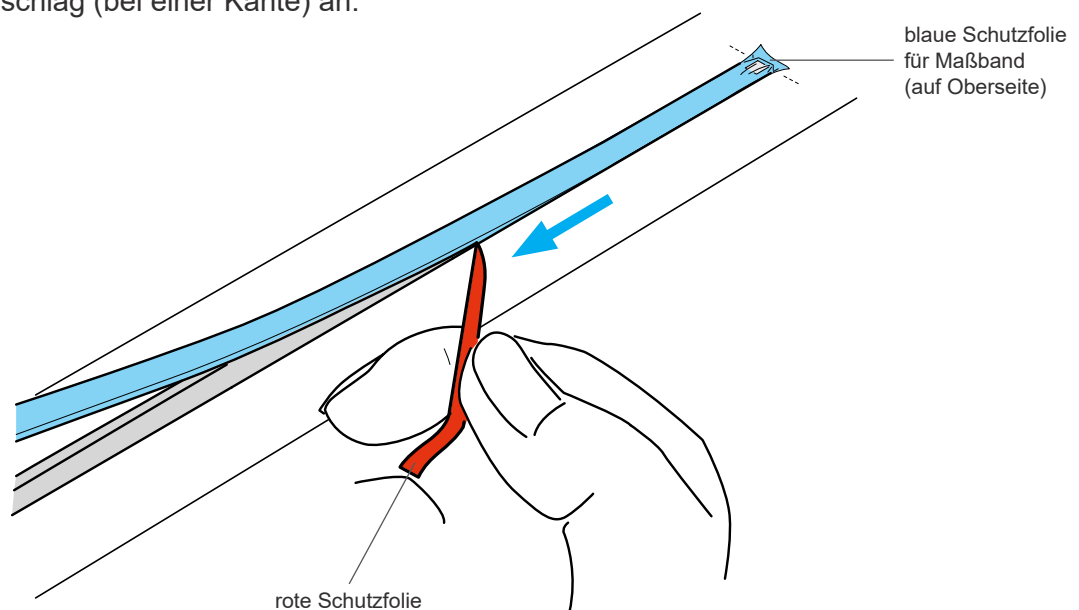
16

- Achten Sie bitte beim Aufkleben des Maßbandes auf die Zuordnung zu den Abtastfenstern für Zählspur und Referenzspur am Messkopf!



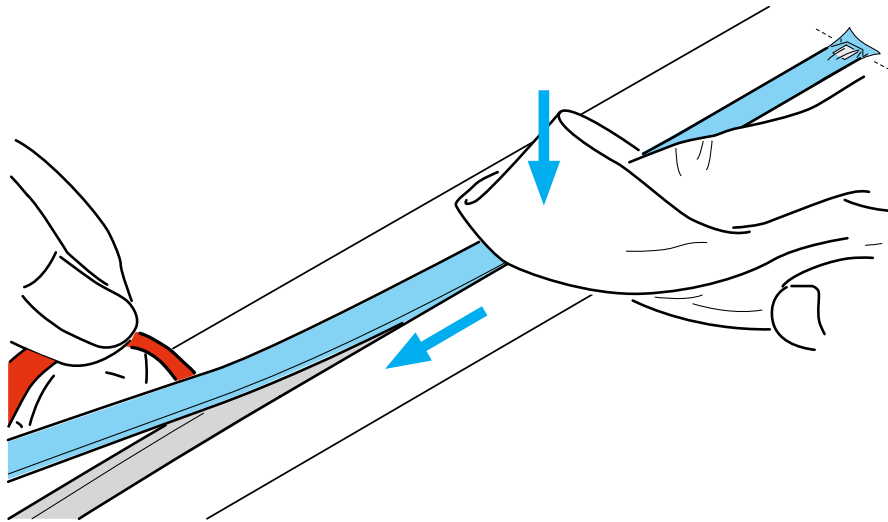
17

- Entfernen Sie bitte noch nicht die blaue Schutzfolie auf dem Maßband!
- Klappen Sie die rote Schutzfolie aus der Nut bzw. an der Kante heraus.
- Setzen Sie beim DOUBLEFLEX Maßband vorsichtig den Fixpunkt (entweder am Maßbandanfang oder am Maßbandende) mit dem Klebertropfen und gleichzeitig die ersten ca. 50 mm des Maßbandes auf.
- Setzen Sie beim SINGLEFLEX Maßband vorsichtig das Ende, von dem die Schutzfolie entfernt wurde, an den stirnseitigen Anschlag (bei einer Nut) bzw. an den seitlichen Anschlag (bei einer Kante) an.



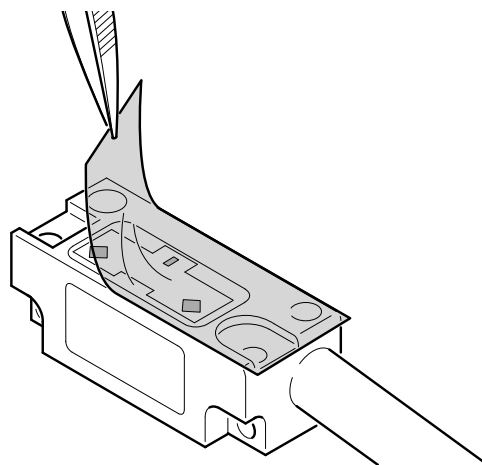
18

- Entfernen Sie bitte noch nicht die blaue Schutzfolie auf dem Maßband!
- Drücken Sie nun das Maßband mit Ihrem Zeigefinger und mit Hilfe eines weichen, fusselfreien Tuches oder Lappens über die gesamte Länge an die Unterlage an. Ziehen Sie dabei vorsichtig die rote Schutzfolie seitlich heraus. Die Andruckstelle sollte dabei immer ca. 30 mm bis 50 mm hinter der jeweiligen Trennstelle zwischen Klebeband und Schutzfolie liegen.
- **Üben Sie bitte nur senkrechten Druck auf das Maßband aus und vermeiden Sie Querkräfte!**



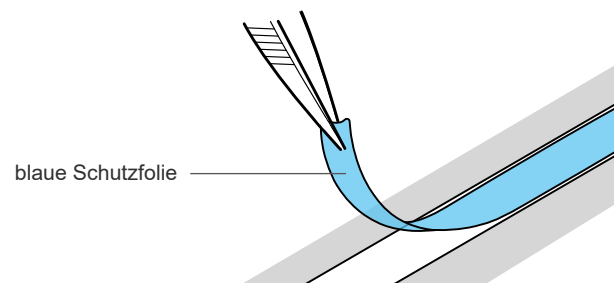
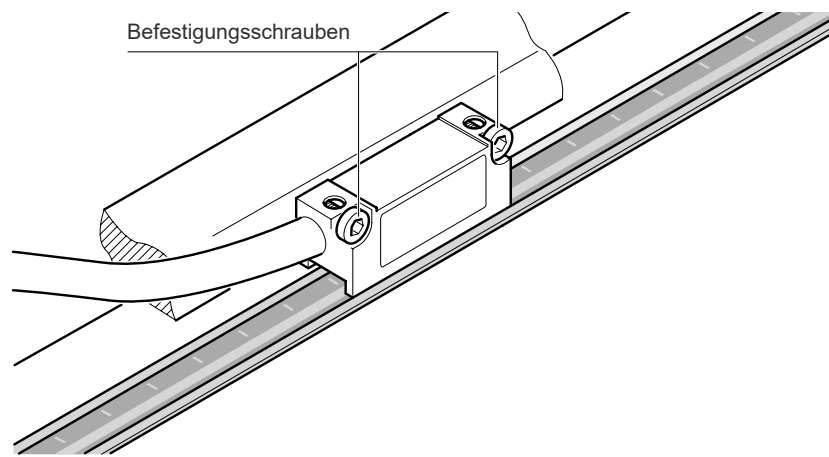
19

- Reinigen Sie nun die Anschraubflächen des Messkopfes und des Maschinenelementes.
- Entfernen Sie die Schutzfolie vom Messkopf.
- Reinigen Sie die Sensoroberfläche des Messkopfes vorsichtig mit einem weichen, fusselfreien Tuch, wenn nötig mit Hilfe eines Lösungsmittels (z.B. Aceton oder Alkohol).
- **ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!**



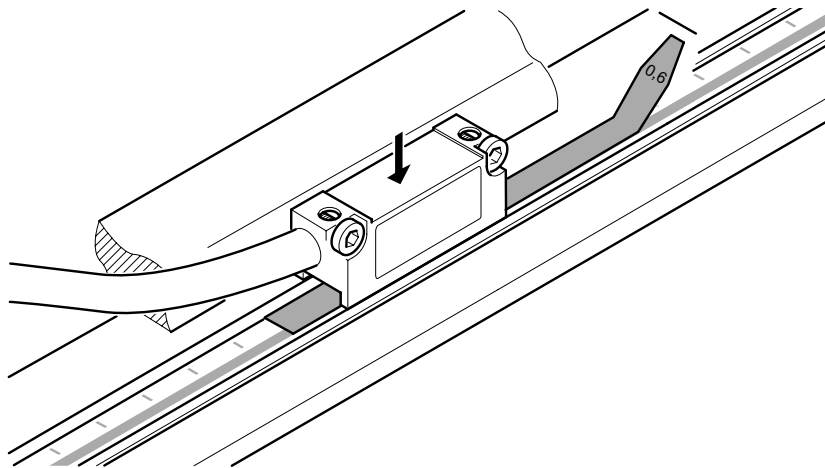
20

- Schrauben Sie nun den Messkopf so an die vorbereitete Anschraubfläche an, dass er in der Höhe noch leicht verschiebbar ist.
- Entfernen Sie die blaue Schutzfolie (bei DOUBLEFLEX Maßbändern immer beginnend am Fixpunkt) von der Teilungsfläche des Maßbandes.
- Reinigen Sie vorsichtig die Maßbandoberfläche (Teilung) mit einem weichen, fusselneuen Tuch, wenn nötig mit Hilfe eines Lösungsmittels (z.B. Aceton oder Alkohol).
- ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!



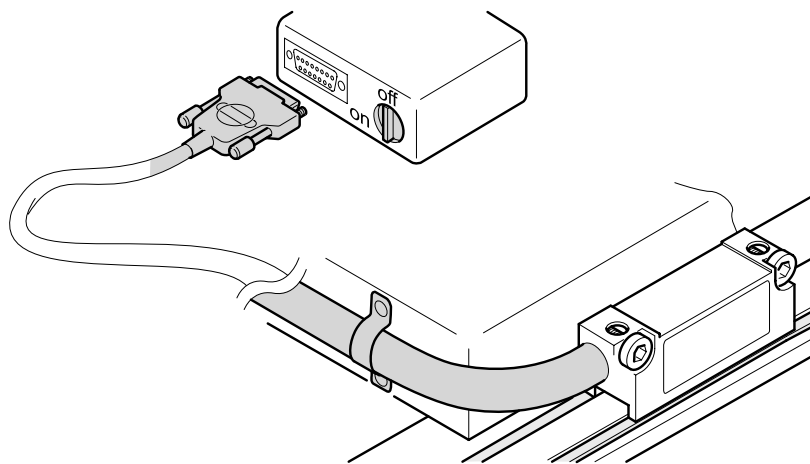
21

- Schieben Sie die Abstandslehre "0,6" in Längsrichtung zwischen Maßbandoberfläche und Messkopf.
- Legen Sie den Messkopf auf die Abstandslehre und ziehen Sie beide Befestigungsschrauben wechselseitig leicht und gleichmäßig an (Anzugsmoment = 1 Nm). Die Abstandslehre muss dabei gerade noch verschiebbar sein.
- Prüfen Sie die Parallelität zwischen Messkopf und Maßstab. Bitte dazu die Abstandslehre wechselseitig von rechts und links ca. 5 mm zwischen Messkopf und Maßband schieben und auf gleichmäßiges Spiel überprüfen.
- Entfernen Sie nun vorsichtig die Abstandslehre. Wenn sich die Abstandslehre nur schwer entfernen lässt bzw. eingeklemmt ist, müssen Sie den Messkopf wieder lösen und den Montagevorgang wiederholen. Andernfalls kann die Oberfläche des Sensormoduls beschädigt werden!



22

- Verlegen Sie bitte das Messsystemkabel einschließlich Zugentlastung in der Nähe des Messkopfes.
- Verbinden Sie bitte das Messsystemkabel unter Berücksichtigung der PIN-Belegung mit der Auswerteelektronik. Die Auswerteelektronik muss dabei ausgeschaltet sein!
- Schalten Sie nach dem Verbinden des Messsystemkabels die Auswerteelektronik ein und führen Sie bitte einen Funktionstest durch.
- Sollten bei Ihnen Funktionsstörungen oder Messfehler auftreten, lesen Sie bitte zunächst Kapitel 10 “Fehler, Ursachen und Behebung”. Sollten Ihnen die dort aufgeführten Information nicht weiter helfen, kontaktieren Sie bitte den technischen Support von NUMERIK JENA oder die jeweilige, für Ihr Land zuständige, autorisierte Vertretung.

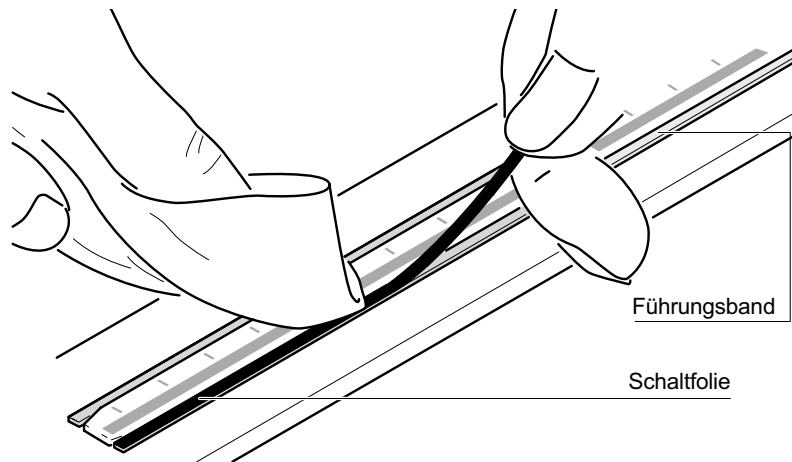


### Hinweise zur Signaljustage nach der Montage

- Die Messsysteme von NUMERIK JENA bieten die Möglichkeit einer elektronischen Signaljustierung nach der Montage. Dies dient der Signaloptimierung bzw. -anpassung an die individuellen Anbaubedingungen. Durch die nachträgliche Signaljustierung werden kurzperiodische Positionsfehler (Interpolationsfehler) minimiert und zusätzliche Funktionsreserven erschlossen.
- Weitere Informationen zur Signaljustage und dem dafür notwendigen Zubehörartikel “ADJUSTMENT TOOL” finden Sie unter Kapitel 8.

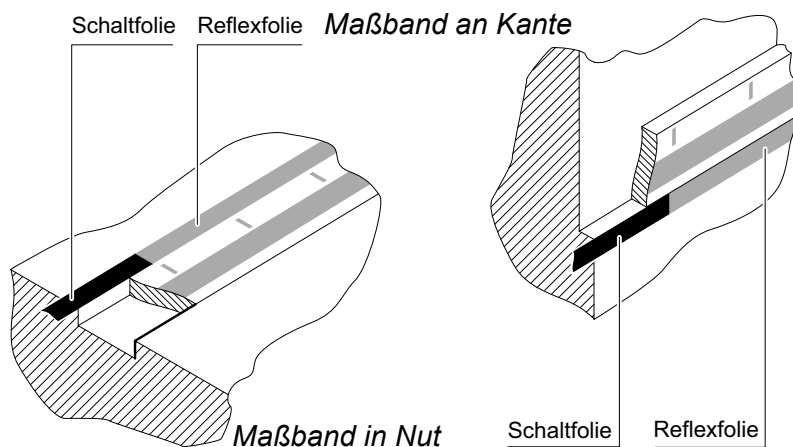
23

- Bitte reinigen Sie vor dem Aufbringen der Schaltfolie bzw. der Reflexfolie die Klebeflächen mit Hilfe eines Lösungsmittels (z.B. Aceton oder Alkohol).
- Bringen Sie die selbstklebende Schaltfolie entsprechend gewünschter Lage für den Schaltpunkt und entsprechend gewünschter Positionsgenauigkeit auf das Führungsband auf (siehe auch Punkt 6.3, 7.3 und 7.4).
- ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!



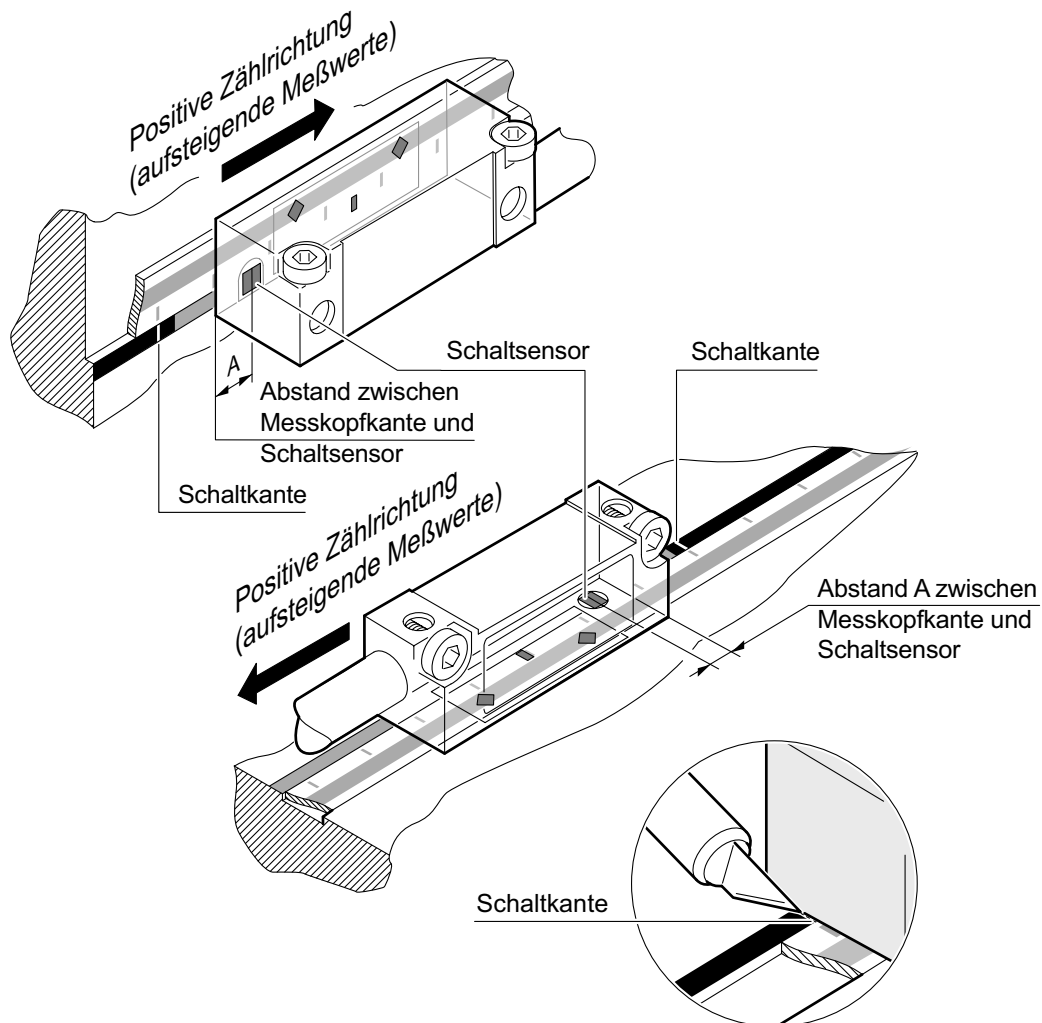
24

- Wenn Sie keine Führungsänder verwenden, kleben Sie bitte zuerst die Reflexfolie als Träger für die Schaltfolie über die gesamte Messlänge an der Nut oder an der Kante auf den Maßbandträger (Maschine/Gerät) auf.
- Bringen Sie die selbklebende Schaltfolie entsprechend gewünschter Lage für den Schaltpunkt und entsprechend gewünschter Positionsgenauigkeit auf die Reflexfolie auf (siehe auch Punkt 6.3, 7.3 und 7.4).
- Dabei müssen die Maßbandoberfläche und die Schaltfolie in einer Ebene liegen (Toleranz:  $\pm 0,1$  mm).



## 5.6 Schaltpunkt von Schaltsensor festlegen - LIA 21

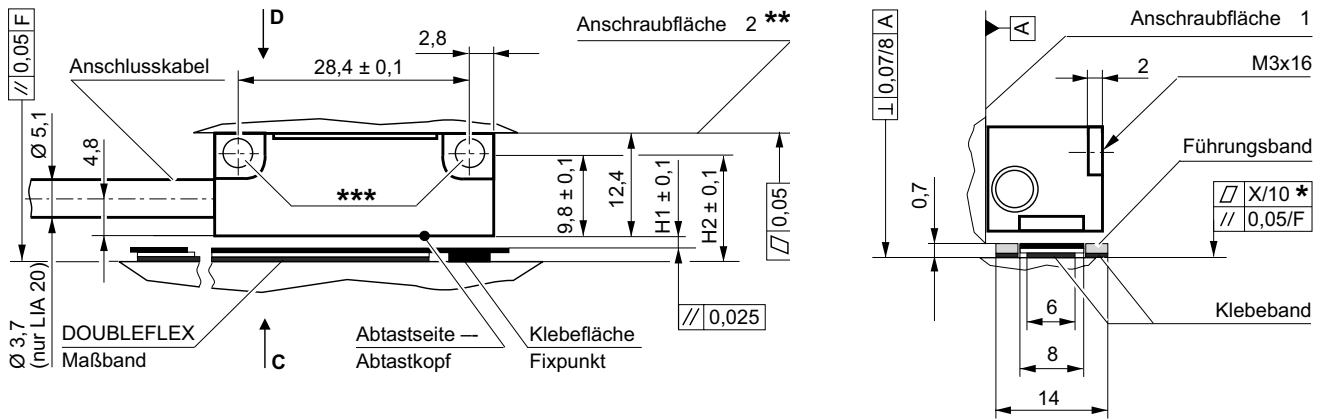
- Kleben Sie die Schaltfolie bitte mit einer Überlänge von mindestens 4 mm auf (siehe auch Punkt 6.3, 7.3 und 7.4).
- Schließen Sie dann den Messkopf an die Auswerteelektronik (z.B. Steuerung oder Anzeige) an.
- Setzen Sie den Zähler am Bezugspunkt der Schaltsignale auf Null.
- Stellen Sie den Sollabstand Z1 / Z2 zwischen dem Bezugspunkt (eine Referenzmarke oder zum Beginn der Messlänge) und Schaltpunkt ein.
- Addieren oder subtrahieren Sie den Abstand A zwischen Messkopfkante und Schaltsensor in Abhängigkeit von der Verfahrrichtung zum Sollabstand (Abstand A für Schaltsensor S1=  $\pm 3$  mm).
- Schneiden Sie die Schaltfolie mit einer scharfen Klinge an der gewünschten Schaltkante durch und entfernen Sie das abgeschnittene Stück.



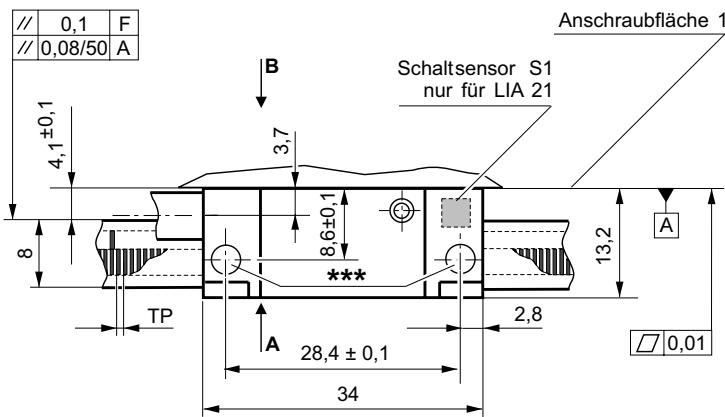
Darstellung an Kante und Nut mit Referenzmarke als Bezugspunkt

## 6. Montagezeichnungen - LIA 20 / 21

### 6.1 Messkopf LIA 20 / 21



Darstellung mit DOUBLEFLEX Maßband

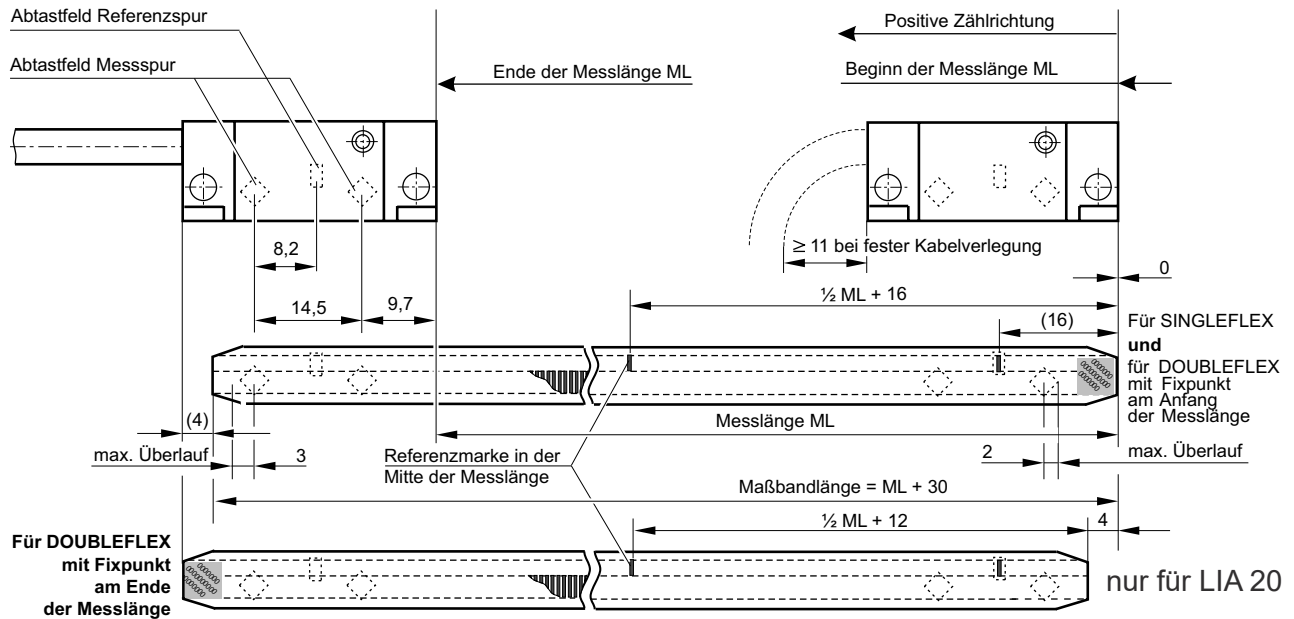


Genauigkeitsklasse	X
$\pm 1 \mu\text{m}$	0,003
$\pm 2 \mu\text{m}$	0,006
$\pm 3 \mu\text{m}$	0,009
$\pm 5 \mu\text{m}$	0,009

*	Abweichung X pro 10 mm Maßbandlänge
**	Anschraubfläche 2 muss höhenverstellbar sein, um das Abstandsmaß $H1 \pm 0,1$ und die Parallelität $0,025$ realisieren zu können
***	$\varnothing 3,6$ mm für M3-Schrauben von Seite A oder C, M4-6H für Schrauben von Seite B oder D

Teilungsperiode (TP)	H1		H2	
	SINGLEFLEX Maßband	DOUBLEFLEX Maßband	SINGLEFLEX Maßband	DOUBLEFLEX Maßband
20 $\mu\text{m}$	0,6 mm	0,6 mm	10,9 mm	11,1 mm
100 $\mu\text{m}$	1,3 mm	1,3 mm	11,6 mm	11,8 mm

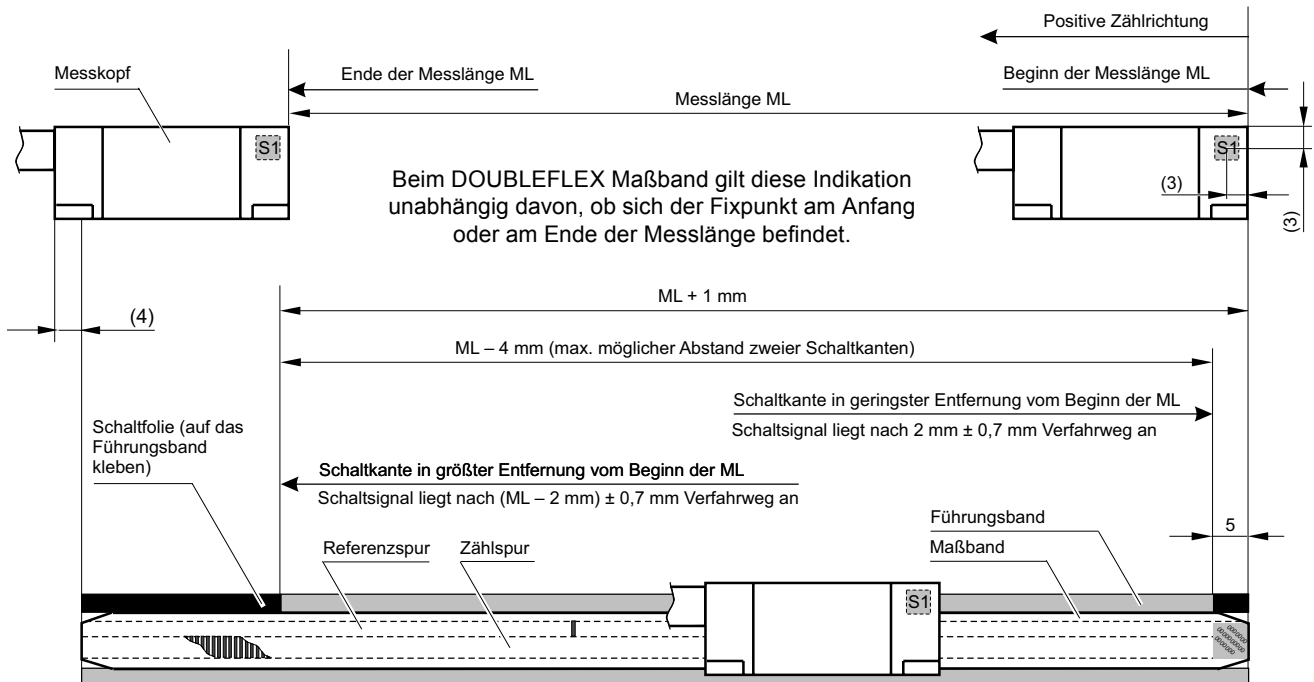
## 6.2 Zuordnung Messkopf, Maßband und Messlänge



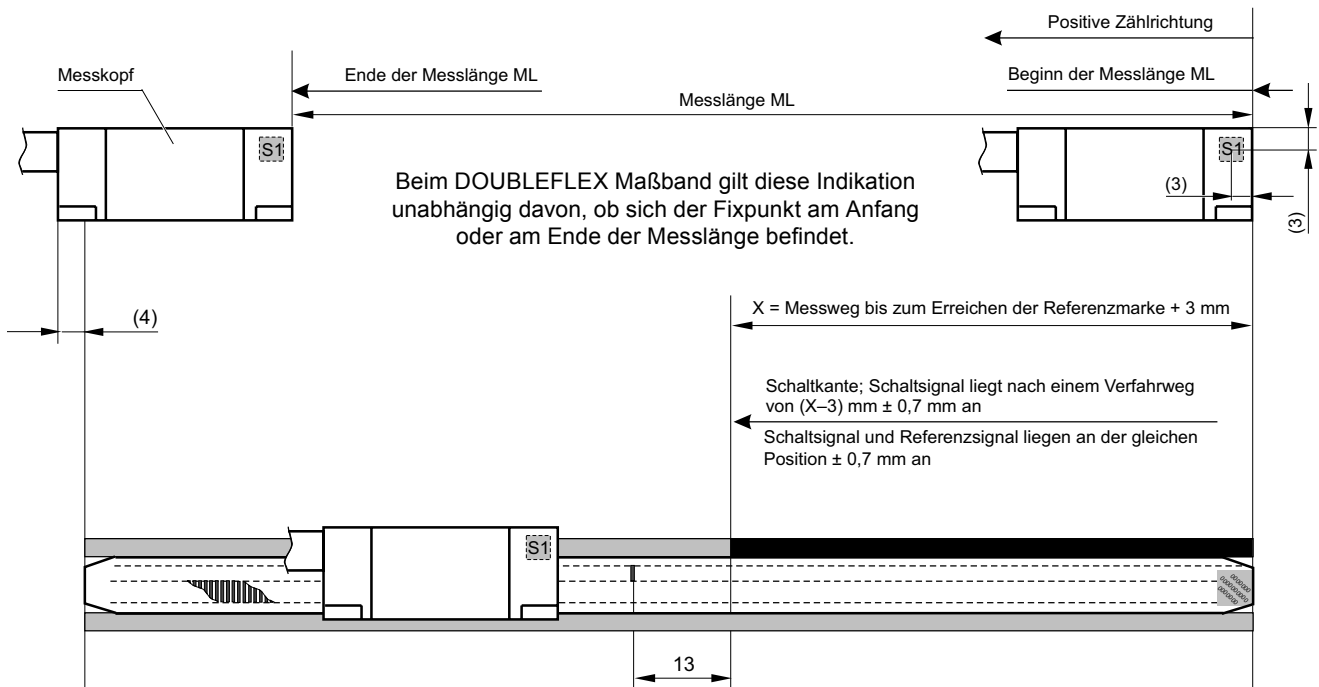
Messkopf ist seitlich versetzt zum Maßband dargestellt, Blickrichtung von oben durch den Messkopf auf das Maßband

## 6.3 Nutzung von Schaltsensor und Schaltfolie (LIA 21)

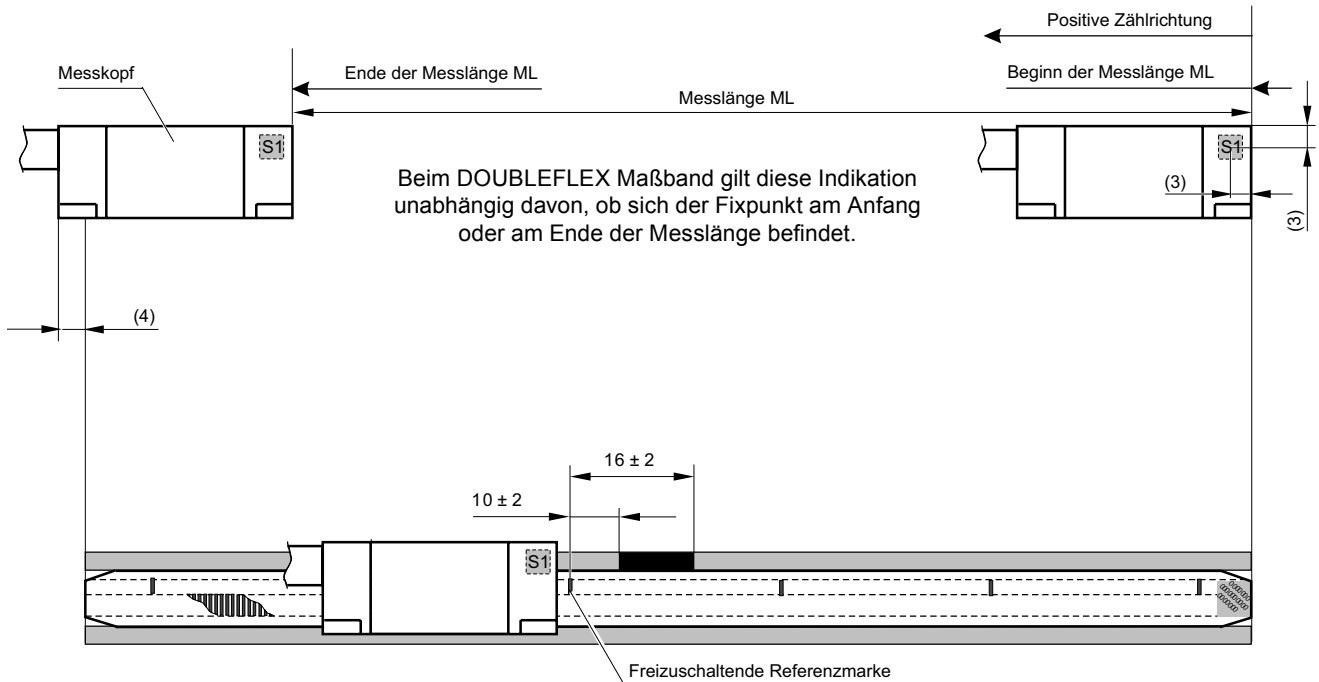
### Indikation der Endlage(n)



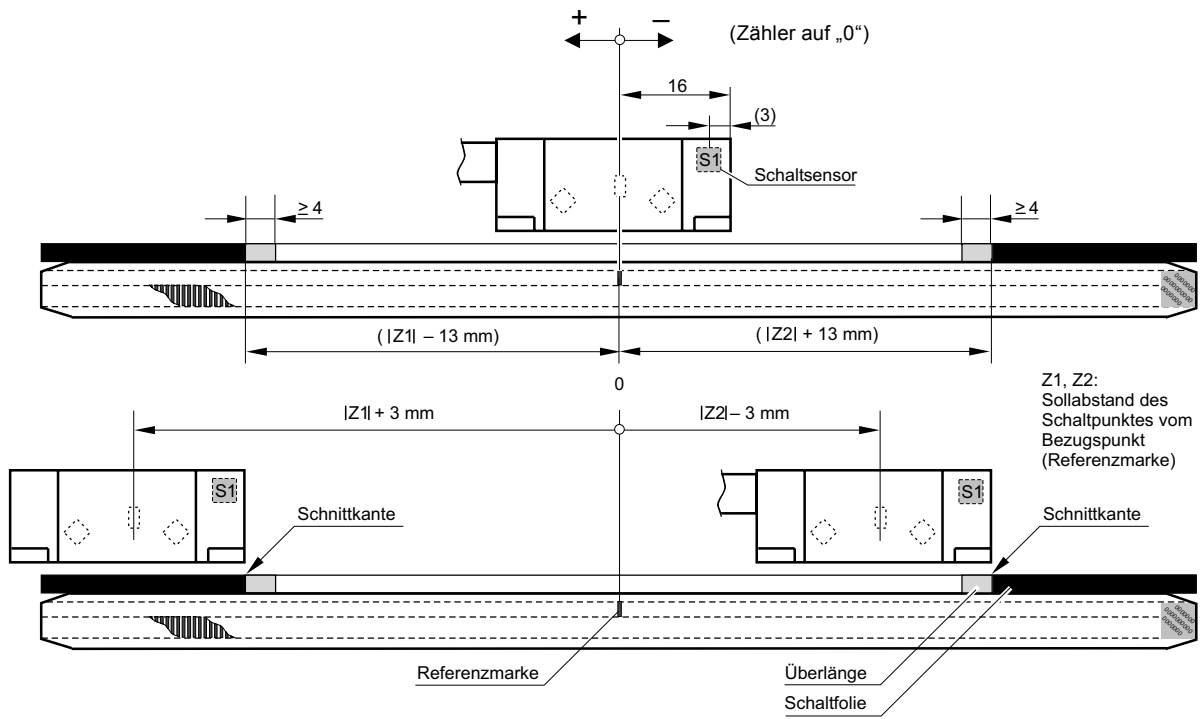
## Indikation der Messkopfposition innerhalb des Messbereiches



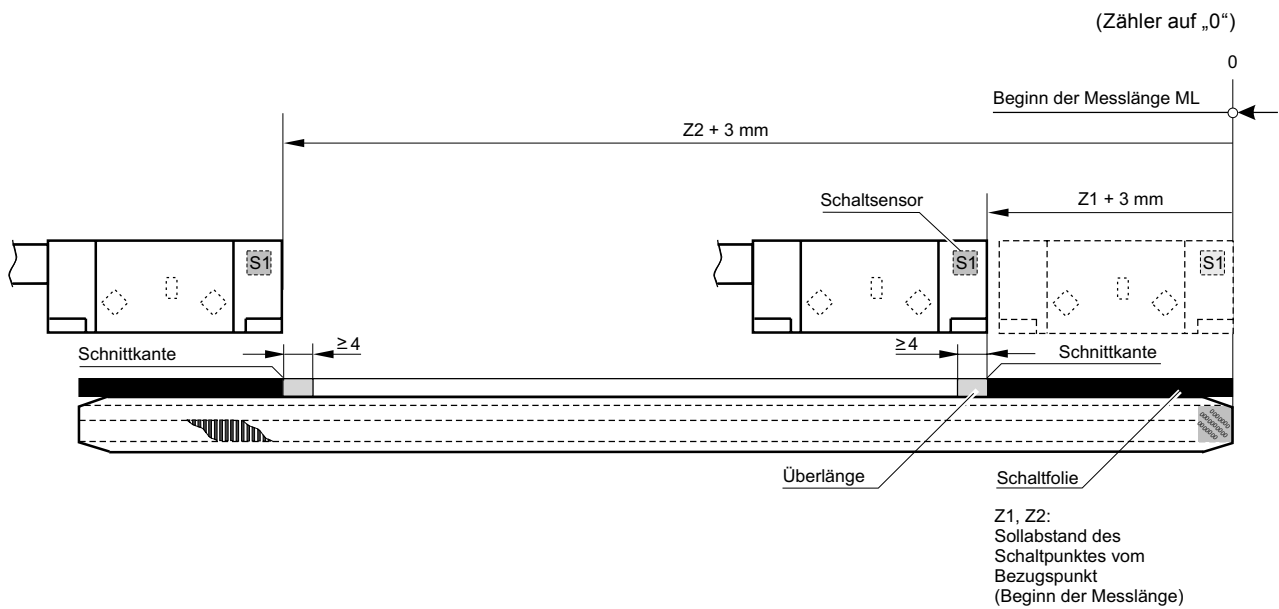
## Freischalten des Referenzsignals, d.h. Auswahl einer Referenzmarke aus n Referenzmarken



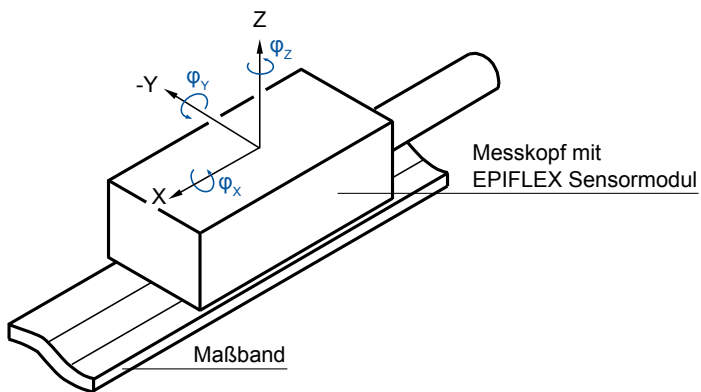
## Festlegen des Schaltpunktes / der Schaltkante - Bezugspunkt: Referenzmarke



## Festlegen des Schaltpunktes / der Schaltkante - Bezugspunkt: Beginn der Messlänge (ML)



## 6.4 Zulässige Anbautoleranzen und Lageabweichungen (Koordinaten)



$$\begin{aligned}\Delta Z &= \pm 0,1 \text{ mm} \\ \Delta Y &= \pm 0,3 \text{ mm} \\ \varphi Z &= \pm 0,15^\circ (\pm 9') \\ \varphi Y &= \pm 0,25^\circ (\pm 15') \\ \varphi X &= \pm 2,0^\circ (\pm 120')\end{aligned}$$

Abstand zwischen Sensor und Maßband  
= 0,6 mm (bei 20 µm Teilungsperiode)

Die Werte beinhalten Anbautoleranzen  
und Ablauffehler während des Betriebes  
in der Summe.

## 7. Signalabgleich mit ADJUSTMENT TOOL

Die Messsysteme von NUMERIK JENA werden vor der Auslieferung unter idealen Anbaubedingungen getestet und elektronisch abgeglichen. Darüber hinaus bieten die Sensormodule die Möglichkeit eines elektronischen Signalabgleichs nach dem Einbau in die Applikation. Das Messsystem kann somit, in Bezug auf die gegebenen mechanischen Umgebungsbedingungen (Toleranzen), optimiert werden.

Um den Signalabgleich möglichst einfach und effektiv zu gestalten, wurde das ADJUSTMENT TOOL sowie die dazugehörige EPIFLEX Software entwickelt.

### 7.1 Funktionen des ADJUSTMENT TOOLS im Überblick

- Darstellung der sinusförmigen Zählsignale mit Amplitude, Offset und Phasenlage
- Darstellung der Lage und Breite des Referenzimpulses
- Beurteilung der mechanischen Anbaubedingungen
- Automatischer Signalabgleich und Programmierung des Sensormoduls
- elektronische Nachjustierung von Amplitude und Offset der Sensorsignale
- Justierung von Lage und Breite des Referenzimpulses

### 7.2 Dynamische Offset- und Amplitudenregelung (Onlinekompensation)

Die Sensormodule von NUMERIK JENA sind mit einer dynamischen Offset- und Amplitudenregelung (Onlinekompensation) ausgestattet. Hierbei werden Offset und Amplitude der analogen Fotodiodensignale ihrem Sollwert in Echtzeit nachgeregelt. Messfehler, zum Beispiel durch Maßbandverunreinigungen oder Ungenauigkeiten im Ablauf der Führung, werden dadurch begrenzt. Die Phasenlage zwischen Sinus- und Kosinussignalen und die Lage des Referenzimpulses werden von der Regelung nicht berücksichtigt.

Mit Hilfe der EPIFLEX Software kann Einfluss auf die Voreinstellungen (Sollwerte) der Onlinekompensation genommen werden.

### 7.3 Lieferumfang

- ADJUSTMENT TOOL Black Box
- Diagnosekabel zum Anschluss des Messsystems
- USB-Kabel zum Anschluss eines PC
- USB - D-SUB - Adapterkabel (15-polig)
- wechselbare 8-polige Stiftleisten



Abbildung 20

## 7.4 EPIFLEX Software

Die EPIFLEX Software wurde speziell für das ADJUSTMENT TOOL entwickelt und bietet dem Anwender vielseitige Möglichkeiten zur Einrichtung des Messsystems. Die EPIFLEX Software ermöglicht die Anzeige von Sensorsignalen sowie die Beurteilung dieser ohne Anschluss eines Oszilloskops oder weiterer teurer Zusatzhardware. Mit Hilfe der EPIFLEX Software kann das Messsystem in Bezug auf die gegebenen Anbaubedingungen automatisch programmiert bzw. optimiert werden.

**Die EPIFLEX Software ist auf der Webseite von NUMERIK JENA unter [www.numerikjena.de](http://www.numerikjena.de) kostenlos zum Download abrufbar. Des Weiteren ist die Software auch auf einem optional erhältlichen Speichermedium (USB-Stick) erhältlich.**

Die EPIFLEX Software ist für folgende Betriebssysteme geeignet:

- Windows 7 / 8 (32 oder 64 bit)

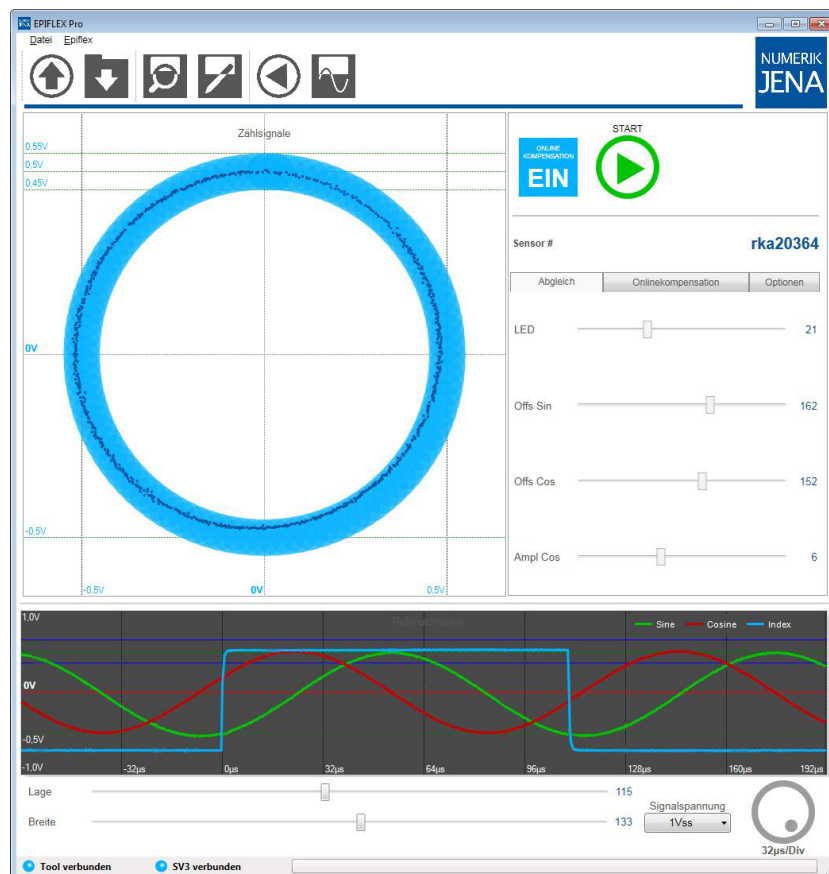


Abbildung 21

Weitere Informationen rund um das ADJUSTMENT TOOL sowie der EPIFLEX Software sind auf der Website von NUMERIK JENA erhältlich.

## 8. Reinigung



### 8.1 Messsystem

- In Abhängigkeit von der Einbaulage und den Umgebungsbedingungen kann ein gelegentliches Reinigen der Maßbandoberfläche und der Sensoroberfläche des Messkopfes (Abtastfenster für Zähl- und Referenzspur) erforderlich sein.
- Bei der Nutzung des Überwachungssignals, das vom Messkopf ausgegeben wird, wird die Notwendigkeit einer Reinigung angezeigt.
- Achten Sie beim Reinigen der Baugruppen darauf, dass abgelagerte Partikel die Abtastfenster und das Maßband nicht zerkratzen!
- Beseitigen Sie grobe Verunreinigungen am besten mit einem weichen Pinsel oder mit ölfreier Druckluft.
- Reinigen Sie mit Watte oder einem weichem, fusselfreien Tuch nach, wenn nötig mit Hilfe eines Lösungsmittels (z.B. Aceton oder Alkohol).
- ACHTUNG: Aceton und Alkohol sind brennbare Flüssigkeiten!

### 8.2 Maßband

- Vermeiden Sie den Kontakt von Lösungsmitteln und dem Klebeband! Dies kann zur Anlösung der Klebeschicht und damit zur Reduzierung der Klebekraft führen bzw. eine vollständige Ablösung des Bandes herbei führen.
- Wischen Sie bei DOUBLEFLEX Maßbändern bitte immer in Längsrichtung des Maßbandes. Beim Wischen in Querrichtung kann es zu Verschiebungen des Maßbandes gegenüber dem Trägerband und damit zu Funktionsstörungen des Messsystems kommen.
- Achten Sie bei DOUBLEFLEX Maßbändern darauf, dass keine Lösungsmittel unter das Maßband fließen! Dies kann zur Störung der Adhäsionsschicht zwischen Maßband und Trägerband und damit zum Abheben des Maßbandes führen.

## 9. Fehler, Ursachen und Behebung

Vor der Auslieferung werden alle NUMERIK JENA Messsysteme hinsichtlich Funktion und Genauigkeit geprüft. Sollten bei Ihnen dennoch Störungen oder Probleme auftreten, gehen Sie bitte alle Punkte in der folgenden Tabelle durch und überprüfen Sie ob einer der Angaben Ihr Problem beseitigt.

Sollte dies nicht der Fall sein, kontaktieren Sie bitte den technischen Support der NUMERIK JENA GmbH oder autorisierter Vertretungen. Entsprechende Kontaktdaten finden Sie auf der NUMERIK JENA Webseite unter [www.numerikjena.de](http://www.numerikjena.de).

Fehler	mögliche Ursachen	Behebung
kein Messsignal	Betriebsspannung am Messkopf fehlt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebszustand der Auswerteelektronik prüfen</li> <li>Anschlussbelegung zwischen Messsystem und Auswerteelektronik prüfen</li> </ul>
Fehlermeldung der Auswerteelektronik	Schleppfehler durch teilweisen Ausfall des Messsignals	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zuordnung Maßband - Messkopf überprüfen</li> <li>ggf. mechanisch nachjustieren</li> <li>elektronisch mit ADJUSTMENT TOOL* nachjustieren</li> </ul>
unruhiger, lauter Motorlauf (bei Linearmotoren)	ungleichmäßige Flankenabstände der Zählsignale aufgrund von Interpolationsfehlern	
Zählfehler (im Vergleich zu einem Normal)	Anbaufehler	
kein Referenzsignal	Anbaufehler (dadurch fehlerhafte Verknüpfung von Referenzsignal und Zählsignal)	
Referenzmarke nur aus einer Richtung erkennbar		
Referenzmarke doppelt		
nicht alle Referenzmarken erkennbar		
Ausfallsignal spricht an (für RS 422)	Anbaufehler (dadurch Pegel des Analogsignals vom Sensor zu niedrig)	Maßband reinigen
	Verschmutzungen auf dem Maßband (dadurch Pegel des Analogsignals vom Sensor zu niedrig)	
	Funktionsstörung des Messsystems	Kontakt zum Support von NUMERIK JENA aufnehmen

Tabelle 8

\* siehe auch Kapitel 7

Fehler	mögliche Ursachen	Behebung
Schaltsignal arbeitet nicht	Arbeitsabstand außerhalb der Toleranzen	Abstand zwischen Schaltsensor und reflektierender Oberfläche überprüfen, wenn nötig nachjustieren
	Reflexionsvermögen des Schaltfolienträgers ist unzureichend (wenn z.B. keine NUMERIK JENA Führungsbänder verwendet werden)	Reflexfolie von NUMERIK JENA verwenden
	Steuerung verlangt einen anderen Schaltsensortyp	Typ des Schaltsensors überprüfen

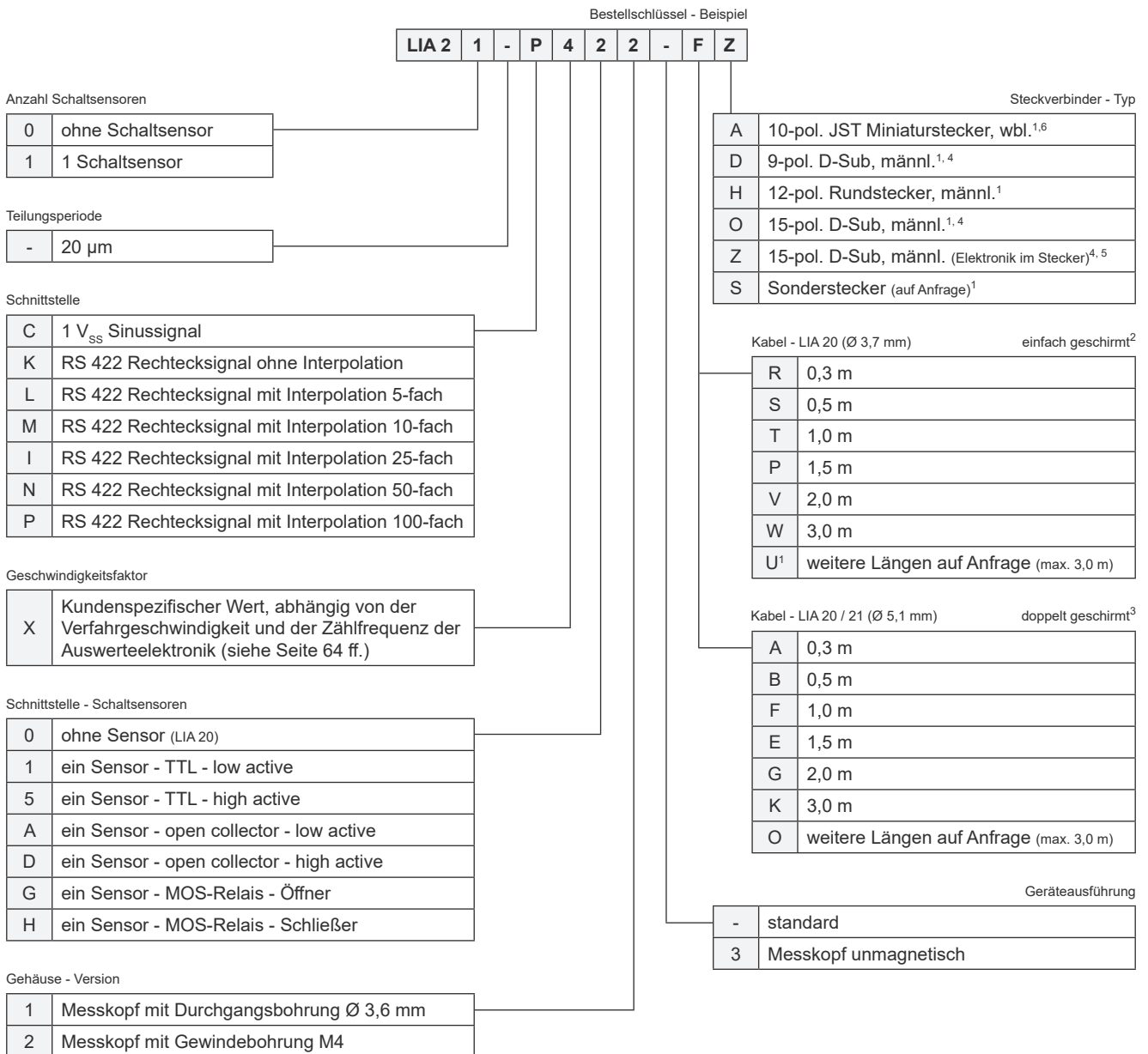
Tabelle 9



Abbildung 22

## 10. Bestellschlüssel

### 10.1 Messkopf



<sup>1</sup> Nur für LIA 20

<sup>2</sup> nur für LIA 20 mit Interpolationselektronik im Messkopf

<sup>3</sup> für LIA 20 / 21 mit Interpolationselektronik im D-Sub-Stecker

<sup>4</sup> Kabelausgang gerade

<sup>5</sup> Interpolationselektronik im D-Sub Steckverbinder (Standard für LIA 21)

<sup>6</sup> 10-pol. JST Miniaturstecker kann entfernt werden (offenes Kabelende)

## 10.2 Geschwindigkeitstabelle für LIA Baureihe

### 10.2.1 LIA Baureihe mit OPV

Die maximal erreichbare Verfahrensgeschwindigkeit des Messsystems wird durch die maximale Ausgangsfrequenz des Interpolators und/oder durch die maximale Zählfrequenz der anwenderseitigen Auswerteelektronik (z.B. Steuerung oder Anzeige) bestimmt.

Entnehmen Sie bitte den folgenden Tabellen, den für Ihre Anwendung passenden Wert und tragen Sie ihn in den Bestellschlüssel an der entsprechenden Stelle (für "X") ein. Orientieren Sie sich bei der Auswahl zunächst an dem von Ihnen ausgewählten Interpolationsfaktor und der von Ihnen angestrebten Verfahrensgeschwindigkeit. Wenn Sie die entsprechenden Angaben gefunden haben, überprüfen Sie bitte ob Ihre Auswerteelektronik, die entsprechend nötige Zählfrequenz gewährleistet.

Die maximale Abtastfrequenz des Messsystems mit Operationsverstärker (OPV) beträgt 200 kHz, woraus sich die entsprechend maximal erreichbaren Verfahrensgeschwindigkeiten ableiten. Der OPV dient der Entkopplung von Störfrequenzen und verbessert die Störfestigkeit des Messsystems unter widrigen Umständen. Die Messsysteme von NUMERIK JENA sind auch ohne OPV erhältlich. Dadurch lässt sich die Abtastfrequenz erhöhen, wodurch auch höhere Verfahrensgeschwindigkeiten realisiert werden können.

#### C Ohne Interpolationsfaktor

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
0	4,00	200	0,75	3

#### L Interpolationsfaktor = 5

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
1	0,67	33	0,25	1
2	1,33	67	0,50	2
Y	2,00	100	0,75	3
3	2,67	133	1,00	4
Z	4,00	200	1,50	6

#### M Interpolationsfaktor = 10

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
1	0,33	17	0,25	1
2	0,67	33	0,50	2
Y	1,00	50	0,75	3
3	1,33	67	1,00	4
Z	2,00	100	1,50	6
4	2,67	133	2,00	8
5	4,00	200	3,00	12

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine Teilungsperiode (TP) von 20 µm.

**I Interpolationsfaktor = 25**

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
1	0,13	7	0,25	1
2	0,27	13	0,50	2
Y	0,40	20	0,75	3
3	0,53	27	1,00	4
Z	0,80	40	1,50	6
4	1,07	53	2,00	8
5	1,60	80	3,00	12
6	2,13	107	4,00	16
7	2,67	133	5,00	20
8	3,20	160	6,00	24

**N Interpolationsfaktor = 50**

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
1	0,07	3	0,25	1
2	0,13	7	0,50	2
Y	0,20	10	0,75	3
3	0,27	13	1,00	4
Z	0,40	20	1,50	6
4	0,53	27	2,00	8
5	0,80	40	3,00	12
6	1,07	53	4,00	16
7	1,33	67	5,00	20
8	1,60	80	6,00	24

**P Interpolationsfaktor = 100**

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
1	0,03	2	0,25	1
2	0,07	3	0,50	2
Y	0,10	5	0,75	3
3	0,13	7	1,00	4
Z	0,20	10	1,50	6
4	0,27	13	2,00	8
5	0,40	20	3,00	12
6	0,53	27	4,00	16
7	0,67	33	5,00	20
8	0,80	40	6,00	24

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine Teilungsperiode (TP) von 20 µm.

## 10.2.2 LIA Baureihe ohne OPV

Die maximale Abtastfrequenz des Messsystems ohne Operationsverstärker (OPV) beträgt 500 kHz, woraus sich die entsprechend maximal erreichbaren Verfahrgeschwindigkeiten ableiten. Aufgrund der erhöhten Abtastfrequenz, können Verfahrgeschwindigkeiten von bis zu 10 m/s realisiert werden.

### C (1 VSS) oder K (RS 422) Ohne Interpolationsfaktor

Wert für X	max. Verfahrgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
bei C: A	10,00	500	0,75	3
bei K: 0				

### L Interpolationsfaktor = 5

Wert für X	max. Verfahrgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
B	0,67	33	0,25	1
C	1,33	67	0,50	2
D	2,00	100	0,75	3
E	2,67	133	1,00	4
G	4,00	200	1,50	6
4	5,33	267	2,00	8
5	8,00	400	3,00	12
6	10,00	500	4,00	16

### M Interpolationsfaktor = 10

Wert für X	max. Verfahrgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
B	0,33	17	0,25	1
C	0,67	33	0,50	2
D	1,00	50	0,75	3
E	1,33	67	1,00	4
G	2,00	100	1,50	6
R	2,67	133	2,00	8
S	4,00	200	3,00	12
6	5,33	267	4,00	16
7	6,67	333	5,00	20
8	8,00	400	6,00	24

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine Teilungsperiode (TP) von 20 µm.

**I Interpolationsfaktor = 25**

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
B	0,13	7	0,25	1
C	0,27	13	0,50	2
D	0,40	20	0,75	3
E	0,53	27	1,00	4
G	0,80	40	1,50	6
R	1,07	53	2,00	8
S	1,60	80	3,00	12
T	2,13	107	4,00	16
U	2,67	133	5,00	20
V	3,20	160	6,00	24

**N Interpolationsfaktor = 50**

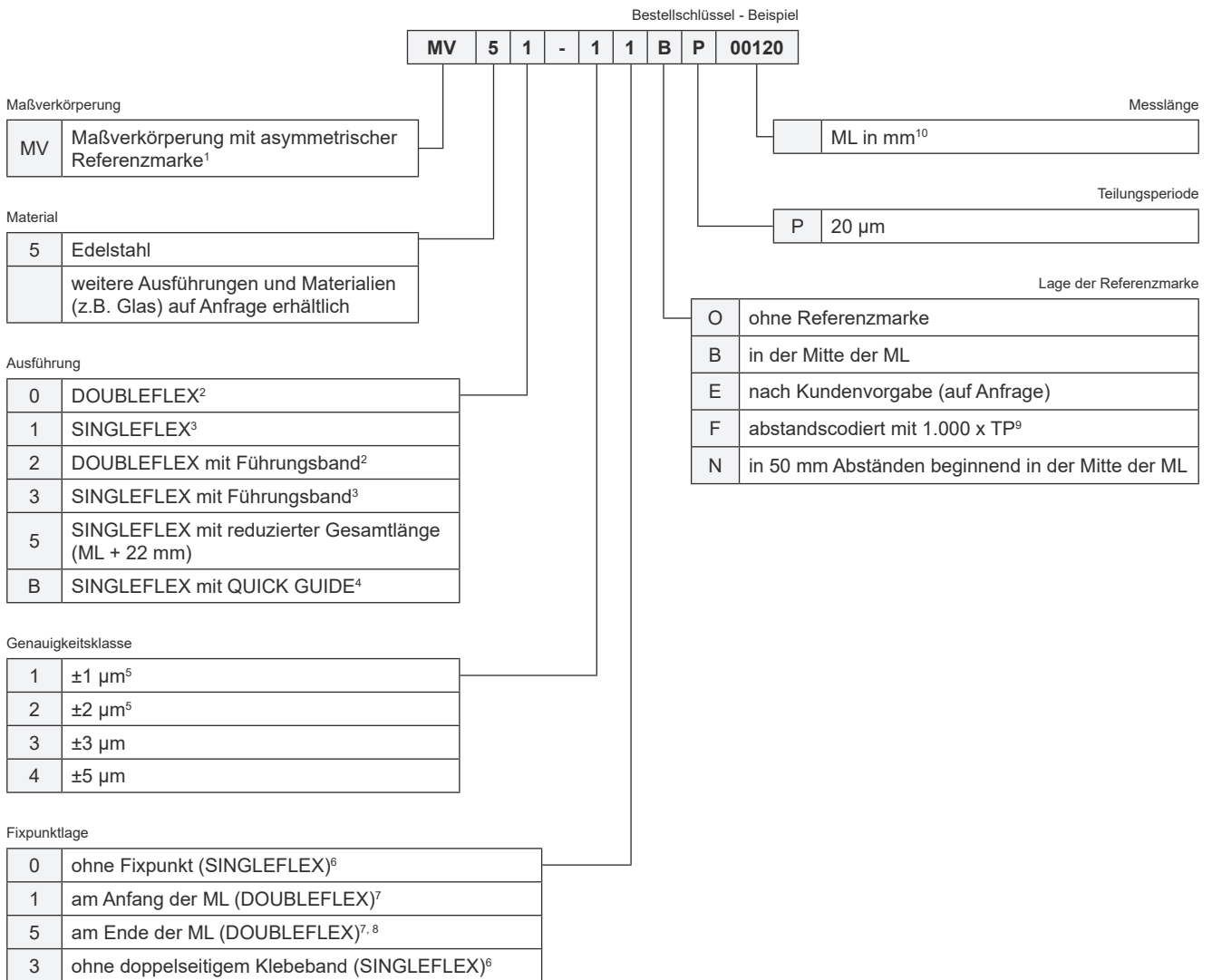
Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
B	0,07	3	0,25	1
C	0,13	7	0,50	2
D	0,20	10	0,75	3
E	0,27	13	1,00	4
G	0,40	20	1,50	6
R	0,53	27	2,00	8
S	0,80	40	3,00	12
T	1,07	53	4,00	16
U	1,33	67	5,00	20
V	1,60	80	6,00	24

**P Interpolationsfaktor = 100**

Wert für X	max. Verfahrensgeschwindigkeit (in m/s)	max. Abtastfrequenz des Messsystems (in kHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik ohne 4-fach Auswertung (in MHz)	min. Zählfrequenz der Auswerteelektronik mit 4-fach Auswertung (in MHz)
B	0,03	2	0,25	1
C	0,07	3	0,50	2
D	0,10	5	0,75	3
E	0,13	7	1,00	4
G	0,20	10	1,50	6
R	0,27	13	2,00	8
S	0,40	20	3,00	12
T	0,53	27	4,00	16
U	0,67	33	5,00	20
V	0,80	40	6,00	24

Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine Teilungsperiode (TP) von 20 µm.

## 10.3 Maßband



<sup>1</sup> Diese Ausführung ist für folgende Messsysteme mit Zweifeldabtastung geeignet: LIA 20/21, LIK 21/22/23, Kit L2

<sup>2</sup> DOUBLEFLEX min. ML = 100 mm; max. ML = 5.000 mm

<sup>3</sup> SINGLEFLEX max. ML = 30.000 mm

<sup>4</sup> SINGLEFLEX mit QUICK GUIDE max. ML = 1.950 mm

<sup>5</sup> Max. ML = 500 mm

<sup>6</sup> Nur für SINGLEFLEX Maßband

<sup>7</sup> Nur für DOUBLEFLEX Maßband

<sup>8</sup> Nur für LIA 20

<sup>9</sup> SINGLEFLEX max. ML = 8.750 mm / DOUBLEFLEX max. ML = 5.000 mm

<sup>10</sup> Gesamtlänge = ML + x (SINGLEFLEX x = 30 mm, DOUBLEFLEX x = 30 mm, QUICK GUIDE x = 52 mm)

ML - Messlänge

TP - Teilungsperiode

## 10.4 ADJUSTMENT TOOL

Bezeichnung	Lieferumfang / Beschreibung	Bestell-Nr.
ADJUSTMENT TOOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ADJUSTMENT TOOL Black Box</li> <li>• Diagnosekabel zum Anschluss des Messsystems</li> <li>• USB-Kabel zum Anschluss eines PC</li> <li>• USB - D-SUB - Adapterkabel (15-polig)</li> <li>• wechselbare 8-polige Stiftleisten</li> </ul>	344220-33

### Optional erhältliche Einzelkomponenten

Bezeichnung	Beschreibung	Bestell-Nr.
EPIFLEX Software - USB-Stick	Externes Speichermedium mit gespeicherter EPIFLEX Software	686802-02
USB - D-SUB - Adapterkabel (15-polig)	zur Spannungsversorgung des Messsystems über einen PC	341693-0M
wechselbare 8-polige Stiftleiste	zur Kontaktierung des Diagnosekabels an Diagnosebuchse	348958-01



USB - D-SUB - Adapterkabel (15-polig)

Abbildung 23

zusätzlich benötigte, im Lieferumfang nicht enthaltene Komponenten:

- PC mit Betriebssystem Windows 7 / 8 (32 oder 64 bit)



**NUMERIK JENA** GmbH  
Im Semmicht 4  
07751 Jena  
[info@numerikjena.de](mailto:info@numerikjena.de)  
[www.numerikjena.de](http://www.numerikjena.de)

