

MM01UE01-2103

# Montageanleitung

Linearmotor

LM-Komponenten-03-1-DE-2408-MA

## Impressum

HIWIN GmbH

Brücklesbünd 1

77654 Offenburg

Deutschland

Fon +49 781 93278-0

info@hiwin.de

[hiwin.de](http://hiwin.de)

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, ist ohne unsere Genehmigung nicht gestattet.

Diese Montageanleitung ist urheberrechtlich geschützt. Jede Vervielfältigung, Veröffentlichung im Ganzen oder in Teilen, Veränderung oder Kürzung bedarf der schriftlichen Zustimmung der HIWIN GmbH.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Installations- und Sicherheitshinweise</b>	<b>5</b>
1.1	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	5
1.2	Beschreibung der Sicherheitshinweise und Sicherheitssymbole	5
1.3	Sicherheitshinweise	6
1.4	Stromversorgung und Regelung	11
1.5	Motor IP-Schutzklasse	12
1.6	Typenschild	13
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>14</b>
2.1	Allgemeines	14
2.2	Aufbau von Linearmotoren	14
2.3	Flüssigkeitskühlsystem	20
2.4	Temperatursensor	21
<b>3</b>	<b>Auswahl und Auslegung</b>	<b>24</b>
3.1	Auswahl nach Anwendung	24
3.2	Eisenbehaftete Linearmotoren: Kräfte vs. Luftspalt	25
3.3	Umgebungstemperatur und Dauerkraft	40
3.4	Berechnung der Motorwärme	41
3.5	Auslegung des Kühlsystems	43
3.6	Auswahl der Kältemaschine	45
<b>4</b>	<b>Mechanische Schnittstellen</b>	<b>50</b>
4.1	Schnittstellen bei eisenbehafteten Linearmotoren	50
4.2	Schnittstellen bei eisenlosen Linearmotoren	57
4.3	Schnittstellen bei Spindel-Linearmotoren (LMT)	58
4.4	Parallelanordnung von Forcern	61
4.5	Anschluss hinweise für wassergekühlte Linearmotoren LMFA/LMFP	72
4.6	Ausführungen der LMFC-Präzisionskühlung	73
4.7	Materialangaben für Komponenten mit Kühlmittelkontakt	76
4.8	Kühlmittel: Anforderungen und Hinweise	76
<b>5</b>	<b>Montage</b>	<b>77</b>
5.1	Einbau eines Linearmotors mit Eisenkern	77
5.2	Einbau eines eisenlosen Linearmotors	88
5.3	Montage des LMFC Präzisionskühlsystems	92
<b>6</b>	<b>Auswahl des Motorzubehörs und der Stromleitungen</b>	<b>95</b>
6.1	Ausführung der Versorgungsleitungen	95
6.2	Empfohlene Ausführung der elektrischen Erdung	95
6.3	Anschlussempfehlungen für Verlängerungsleitungen	97
6.4	Anchlussauswahl und Pinbelegung	99
6.5	Konfiguration des Übertemperaturschutzes	104
6.6	Hallsensor	105
6.7	Hall-Geber	112
<b>7</b>	<b>Fehlerbehebung</b>	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>Entsorgung</b>	<b>116</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>117</b>
9.1	Regeln und Anweisungen zur Schraubenauswahl	117

9.2	Bewegungsrichtung des Linearmotors.....	122
9.3	Einführung von Fachbegriffen .....	123
<b>10</b>	<b>Konformitätserklärung .....</b>	<b>126</b>



# 1 Installations- und Sicherheitshinweise

## 1.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Bevor Sie das Produkt benutzen, lesen Sie bitte dieses Handbuch sorgfältig durch. HIWIN haftet nicht für Schäden, Unfälle oder Verletzungen, die durch Nichtbeachtung der in diesem Handbuch aufgeführten Installations- und Betriebsanweisungen verursacht werden.

- Vergewissern Sie sich vor der Installation oder Verwendung des Produkts, dass es nicht beschädigt ist. Sollten nach der Inspektion Schäden festgestellt werden, wenden Sie sich bitte an HIWIN oder an den örtlichen Vertriebspartner.
- Nehmen Sie das Produkt nicht auseinander und verändern Sie es nicht. Die Konstruktion des Produkts wurde durch statische Berechnungen, Computersimulationen und praktische Tests überprüft. HIWIN ist nicht verantwortlich für Schäden, Unfälle oder Verletzungen, die durch die Demontage oder eine Veränderung durch den Benutzer verursacht werden.
- Halten Sie Kinder von dem Produkt fern.
- Personen mit einem Herzschrittmacher oder einem implantierbaren Kardioverter-Defibrillator dürfen das Produkt nicht verwenden.
- Das Produkt darf ausschließlich von eingewiesenem Personal mit den erforderlich technischen Kenntnissen bedient werden.

## 1.2 Beschreibung der Sicherheitshinweise und Sicherheitssymbole

Sicherheitshinweise werden immer mit einem Signalwort und manchmal auch mit einem Symbol für die jeweilige Gefahr gekennzeichnet.

Es werden die folgenden Signalwörter und Risikostufen verwendet:

**⚠ Gefahr!** Unmittelbare Gefahr!

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise sind schwere Verletzungen oder Tod die Folge!

**⚠ Warnung!** Möglicherweise gefährliche Situation!

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise drohen schwere Verletzungen oder Tod!

**⚠ Achtung!** Möglicherweise gefährliche Situation!

Bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise drohen Sachschäden oder Umweltverschmutzung!

In diesem Benutzerhandbuch werden die folgenden Symbole verwendet:

Warnsymbole			
	Kein Zugang für Personen mit aktiven implantierten Defibrillatoren.		Umweltgefährlicher Stoff!
	Warnung!		Warnung vor Quetschungen der Hände!
	Warnung vor Stromschlägen!		Warnung vor heißen Oberflächen!
	Warnung vor magnetischen Feldern!		

## 1.3 Sicherheitshinweise

### **⚠ Gefahr!** Lebensgefahr durch permanente Magnetfelder

Selbst wenn der Motor ausgeschaltet ist, können die Permanentmagnete Menschen mit aktiven medizinischen Implantaten gefährden, wenn sie sich in der Nähe des Motors aufhalten.

Die Statorbaugruppe weist ein starkes Magnetfeld auf; der Benutzer muss sie mit Vorsicht behandeln. Andernfalls besteht Verletzungsgefahr für das Personal und der Stator kann beschädigt werden.

- ▶ Halten Sie bei der Montage des Stators an die Systemstruktur jegliches magnetisches Material fern, um die Gefahr von Verletzungen an den Händen zu vermeiden.
- ▶ Berühren Sie während des Betriebs weder den Forcer noch den Stator.
- ▶ Soweit Sie betroffen sind, halten Sie einen Mindestabstand von 500 mm zu den Motoren ein (Auslöseschwelle für statische Magnetfelder von 0,5 mT gemäß Richtlinie 2013/35/EU).

### **⚠ Warnung!** Gefahren bei der Montage eines Linearmotors. Quetschgefahr durch Permanentmagnete des Stators

Die Anziehungskräfte des Stators wirken auf Materialien, die magnetisiert werden können. Die Anziehungskräfte nehmen in der Nähe des Stators deutlich zu.

Es besteht eine erhebliche Quetschgefahr, wenn Sie sich in der Nähe der Statoren befinden.

In der Nähe der Statoren können die Anziehungskräfte mehrere kN betragen - Beispiel: Die magnetische Anziehungskraft entspricht einer Kraft von 100 kg, die ausreicht, um ein Körperteil einzuklemmen.

- ▶ Das Produkt muss von Fachpersonal installiert und betrieben werden.
- ▶ Bei der Montage keine magnetischen Werkzeuge und Schrauben verwenden.
- ▶ Bevor Sie den Stator befestigen, kleben Sie bitte das Etikett mit der Warnung vor starken magnetischen Feldern an eine gut sichtbare Stelle, um das Personal vor Verletzungen zu schützen.
- ▶ Halten Sie den Stator bei der Demontage niemals an der Abdeckung. Andernfalls besteht Verletzungsgefahr für das Personal und der Stator kann beschädigt werden.
- ▶ Packen Sie niemals mehrere Sekundärteile gleichzeitig aus.
- ▶ Legen Sie niemals Sekundärteile nebeneinander, ohne die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen zu treffen.

### **⚠ Warnung!** Gefahren beim Betrieb von Linearmotoren!

Bei unsachgemäßem Betrieb und im Falle einer Störung kann der Motor überhitzen und Feuer und Rauch verursachen. Dies kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

Außerdem zerstören zu hohe Temperaturen die Motorkomponenten und führen zu vermehrten Ausfällen sowie zu einer kürzeren Lebensdauer der Motoren.

- ▶ Betreiben Sie den Motor gemäß den entsprechenden Spezifikationen.
- ▶ Lassen Sie den Forcer ausreichend abkühlen (bei einer Raumtemperatur von 25 °C), bevor Sie arbeiten in der Nähe des Produkts durchführen, um Verbrennungen zu vermeiden.
- ▶ Wenn Sie einen ungewöhnlichen Geruch, Geräusche, Rauch oder Vibrationen wahrnehmen, schalten Sie das Gerät bitte sofort aus.

### **⚠ Warnung!** Brandverletzungen durch heiße Oberflächen

Im Betrieb kann der Motor hohe Temperaturen erreichen, die bei Berührung zu Verbrennungen führen können.

- ▶ Betreiben Sie den Motor gemäß den entsprechenden Spezifikationen.
- ▶ Lassen Sie den Motor abkühlen, bevor Sie mit den Arbeiten beginnen.
- ▶ Benutzen Sie die entsprechende persönliche Schutzausrüstung, z. B. Handschuhe.

**! Achtung!** Beschädigung durch Montage

Elektrische Felder oder elektrostatische Entladungen können durch Beschädigung einzelner Bauteile, integrierter Schaltkreise, Baugruppen oder Geräte zu Fehlfunktionen führen.

- ▶ Halten Sie magnetische Speichermedien oder Präzisionsinstrumente vom Produkt fern, um durch Felder verursachte Schäden zu vermeiden. (z. B. magnetischer Maßstab, Uhr, Kreditkarte und magnetisches Antwortgerät).
- ▶ Es sollten Vorkehrungen gegen ESD (elektrostatische Entladung) getroffen werden, wie das Tragen von Handschuhen, Schuhen usw.
- ▶ Ziehen Sie nicht an den Leitungen, wenn Sie die Forcer- und Statoreinheiten bewegen oder platzieren.
- ▶ Beschädigen oder knicken Sie die Leitungen nicht, um einen Stromschlag zu vermeiden.
- ▶ Vergewissern Sie sich, dass der Betrieb nicht durch andere Komponenten gestört wird. Vergewissern Sie sich, dass der Biegeradius der Leitung groß genug ist, um eine Verkürzung der Lebensdauer der Leitung zu vermeiden.

**! Achtung!** Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit dem Produkt.

Beschreibung des Aussehens des Produkts und Vermeidung von Schäden, die durch unsachgemäße Demontage verursacht werden.

- ▶ Reinigen Sie die Oberfläche des Stators mit Einweg-Baumwolltüchern und einer Reinigungsflüssigkeit wie Isopropanol-Alkohol (95 Vol.-%). Es wird empfohlen, die Oberfläche alle drei Monate bzw. in Betrieben mit hoher Rauchentwicklung, in denen Maschinen wie zum Beispiel Leiterplattenmaschinen oder Bohrmaschinen eingesetzt werden, alle zwei Wochen zu reinigen.
- ▶ Produkte mit Epoxidharz können Flecken an der Oberfläche aufweisen, was dem Normalzustand entspricht.
- ▶ Das Produkt darf nur von HIWIN-Technikern repariert werden. Bitte senden Sie das Produkt bei ungewöhnlichen Vorkommnissen an HIWIN zurück.
- ▶ Ändern oder demontieren Sie die Komponenten nicht selbst. HIWIN übernimmt keine Verantwortung oder Haftung für daraus resultierende Beschädigungen an Forcer oder Stator.
- ▶ Die Garantie beträgt ein Jahr ab dem Lieferdatum. HIWIN übernimmt keine Verantwortung für den Ersatz oder die Wartung eines Produkts, das unsachgemäß behandelt (bitte beachten Sie die Hinweise und Anweisungen in diesem Handbuch) oder durch Naturkatastrophen beschädigt wurde.

- Beim Halten oder Platzieren des Produkts darf dieses nicht an der Stromleitung gehalten oder an der Leitung gezogen werden.
- Das Produkt keinen Stößen aussetzen.
- Stellen Sie sicher, dass das Produkt mit der Nennlast verwendet wird.
- HIWIN-Linearmotoren entsprechen der Norm IEC 60034-5 und haben die entsprechende Schutzklasse (siehe [1.3.4](#)).
- HIWIN-Linearmotoren entsprechen der Isolationsklasse F nach IEC 60085.

Der HIWIN-Zertifizierungstest für Linearmotoren erfüllt die folgenden Normen

CE	Sicherheit nach der Niederspannungsrichtlinie: 2014/35/EU-Referenznorm	EN60034-1:2010
	EMV: 2014/30/EU-Referenznorm	EN61000-6-4:2007/A1:2011
		EN61000-6-2:2005
UL	Linearmotor-Referenznorm 1004-1	

**1.3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung**

Die Linearmotor-Komponenten sind ausschließlich für den Einbau in gewerbliche und industrielle Maschinen konzipiert. Linearmotor-Komponenten sind Bestandteile eines linearen

Antriebssystem zur zeitlich und örtlich präzisen Positionierung von fest montierten Lasten, z. B. Anlagenteilen, innerhalb einer automatisierten Anlage.

Linearmotoren sind für den Einbau und den Betrieb in jeder Lage konzipiert. Die zu bewegenden Lasten müssen fest angeschlagen sein.

Für den sicheren Betrieb von Linearmotoren müssen geeignete Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, um den Motor vor Überlastung zu schützen.

Die Linearmotor-Komponenten dürfen nicht im Freien oder in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.

Sämtliche Linearmotor-Komponenten dürfen nur für den angegebenen Verwendungszweck eingesetzt werden.

- Die Linearmotoren müssen innerhalb ihrer angegebenen Leistungsgrenzen betrieben werden.
- Die Beachtung der Montageanleitung und die Einhaltung der Wartungs- und Instandhaltungsvorschriften sind Voraussetzung für die bestimmungsgemäße Verwendung der Linearmotoren.
- Jede andere Verwendung der Komponenten des Linearmotors ist als nicht bestimmungsgemäß zu betrachten.
- Es dürfen nur Originalersatzteile der Firma HIWIN GmbH verwendet werden.
- Der Motor sollte nicht verschmutzt werden und darf nicht mit ätzenden Stoffen in Berührung kommen.
- Stellen Sie sicher, dass die Installationsbedingungen den Spezifikationen entsprechen.

### 1.3.2 Anforderungen an das Personal

Nur geschultes Personal oder geschultes Fachpersonal darf Arbeiten an den Linearmotoren durchführen! Sie müssen vor Beginn der Arbeiten mit den Sicherheitseinrichtungen und -vorschriften vertraut sein (siehe [Tabelle 1.1](#)).

Tabelle 1.1: Anforderungen an das Personal

Tätigkeit	Qualifikation
Inbetriebnahme	Eingewiesenes Fachpersonal des Betreibers oder Herstellers
Normalbetrieb	Eingewiesenes Personal
Reinigung	Eingewiesenes Personal
Wartung	Eingewiesenes Fachpersonal des Betreibers oder Herstellers
Instandsetzung	Eingewiesenes Fachpersonal des Betreibers oder Herstellers

### 1.3.3 Vorsichtsmaßnahmen bei der Verdrahtung

- Lesen Sie vor der Verwendung des Produkts die auf dem Produktetikett angegebenen Spezifikationen sorgfältig durch und stellen Sie sicher, dass das Produkt mit der in den Produkthanforderungen angegebenen Stromversorgung verwendet wird.
- Überprüfen Sie, ob die Verdrahtung stimmt. Eine falsche Verdrahtung kann zu einem ungewöhnlichen Betrieb des Motors oder sogar zu einer dauerhaften Beschädigung des Motors führen.
- Wählen Sie eine Verlängerungsleitung mit Abschirmung. Die Abschirmung muss geerdet werden.
- Schließen Sie die Netzleitung und die Temperatursensorleitung nicht an die gleiche Verlängerungsleitung an.
- Netzleitung und Temperatursensorleitung enthalten eine Abschirmung. Die Abschirmung muss geerdet werden.

### 1.3.4 Vorsichtsmaßnahmen für Wartung und Lagerung

**⚠️ Warnung!** Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit dem Produkt.

Wenn Sie Direktantriebe oder deren Komponenten (insbesondere Komponenten mit Permanentmagneten) nicht ordnungsgemäß entsorgen, kann dies zu Tod, schweren Verletzungen und/oder Sachschäden führen.

- ▶ Entsorgungsmethode für das beschädigte Produkt: Recyceln Sie es gemäß den örtlichen Gesetzen und Vorschriften.
- ▶ Siehe Kapitel 8 für entsprechende Entsorgungsmethoden.

- Lagern Sie die Komponenten des Linearmotors in der Transportverpackung.
- Lagern Sie die Komponenten des Linearmotors nicht in explosionsgefährdeten Bereichen oder in Umgebungen, die Chemikalien ausgesetzt sind.
- Lagern Sie die Linearmotor-Komponenten nur in trockenen, frostfreien Räumen mit korrosionsfreier Atmosphäre.
- Achten Sie darauf, dass die Motoren während der Lagerung keinen Erschütterungen oder Stößen ausgesetzt sind.
- Reinigen und schützen Sie gebrauchte Linearmotorteile vor der Lagerung.
- Bringen Sie bei der Lagerung der Bauteile Schilder an, die vor Magnetfeldern warnen.

Betriebsumgebung	Temperaturbereich	0 ~ 40 °C
	Luftfeuchtigkeit	5 ~ 85 %
Lagerumgebung	Temperaturbereich	-5 °C ~ 40 °C
	Luftfeuchtigkeit	5 ~ 85 %
Höhe	Weniger als 1000 m	
Geschwindigkeit der Temperaturschwankungen	Maximal 0,5 K/min	
Kondenswasser	Nicht erlaubt	
Gefroren	Nicht erlaubt	

### 1.3.5 Vorsichtsmaßnahmen beim Transport

- Permanentmagnete sind als Gefahrgut eingestuft (magnetisiertes Material: UN2807) gemäß der International Air Transport Association (IATA).
- Für Produkte, die Permanentmagnete enthalten, sind keine zusätzlichen Maßnahmen an der Verpackung erforderlich, um dem Magnetfeld in der Seefracht und im Binnentransport zu widerstehen.
- Beim Lufttransport von Produkten, die Permanentmagneten enthalten, dürfen die in der entsprechenden IATA-Verpackungsanweisung angegebenen maximal zulässigen Magnetfeldstärken nicht überschritten werden. Es können besondere Maßnahmen erforderlich sein, damit diese Produkte versandt werden können. Ab einer bestimmten magnetischen Feldstärke müssen solche Sendungen gemäß der Verpackungsvorschrift 953 der IATA gekennzeichnet werden (siehe unten oder die neuesten Vorschriften der IATA)
  - Produkte, deren höchste Feldstärke 0,418 / (0,525  $\mu$ T) oder 2° Kompassabweichung, ermittelt in 4,6 m Entfernung vom Produkt, übersteigt, benötigen eine Versandgenehmigung der zuständigen nationalen Stelle des Landes, aus dem das Produkt versandt wird (Herkunftsland) und des Landes, in dem das Luftfrachtunternehmen seinen Sitz hat. Es müssen besondere Maßnahmen getroffen werden, damit das Produkt versandt werden kann.
  - Beim Versand von Produkten, deren höchste Feldstärke gleich oder größer ist als 0,418 / (0,525  $\mu$ T) oder 2° Kompassabweichung, ermittelt in einem Abstand von 2,1 m vom Produkt, erfolgt der Versand nach den Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter.
  - Beim Versand von Produkten, deren höchste Feldstärke weniger als 0,418 / (0,525  $\mu$ T) beträgt, ermittelt in einem Abstand von 2,1 m vom Produkt, müssen Sie die zuständigen Behörden nicht benachrichtigen und das Produkt nicht kennzeichnen.

- Der Versand von originalverpackten Motorkomponenten muss weder angegeben noch gekennzeichnet werden.
- Die Transportbedingungen müssen der EN 60721-3-2 entsprechen (siehe [Tabelle 1.2](#)).

Tabelle 1.2: Transportbedingungen

Umweltparameter	Einheit	Wert
Lufttemperatur	(°C)	~5 ~ 40
Relative Luftfeuchtigkeit	(%)	5 - 85
Geschwindigkeit der Temperaturänderung	(°C/min)	0,5
Kondenswasser		Nicht erlaubt
Bildung von Eis		Nicht erlaubt
Transportbedingungen		Klasse 2K2
Den Motor in einer Umgebung mit gutem Witterungsschutz (Halle/Fabrik) transportieren		
Biologische Bedingungen	Klasse 2B1	
Chemisch aktive Substanzen	Klasse 2C1	
Mechanisch aktive Substanzen	Klasse 2S2	
Mechanische Bedingungen	Klasse 2M2	

## 1.4 Stromversorgung und Regelung

Bei der Auswahl eines Netzteils müssen der Dauerstrom, der Spitzenstrom und die Busspannung berücksichtigt werden. Außerdem muss der Resonanzeffekt berücksichtigt werden, der bei einigen Antriebssystemen in Motoren induziert werden kann. Motoren bestehen aus mehreren einzelnen Spulen, die in Reihe geschaltet sind. Jede dieser Spulen weist eine Induktivität in Reihe und eine Streukapazität gegen Erde auf. Der erhaltene Schwingkreis weist eine Resonanzfrequenz auf, so dass bei Anlegen einer elektrischen Schwingung an die Phaseingänge (insbesondere die PWM-Frequenz) der Neutralpunkt des Motors mit sehr hohen Amplituden gegenüber der Erde schwingen kann und die Isolierung als Folge dieser Schwingungen beschädigt werden kann. Dieses Phänomen ist bei Motoren mit einer großen Anzahl von Polen (wie zum Beispiel Linearmotoren) stärker ausgeprägt.

Unter idealen Bedingungen sollte die von der Stromversorgung erzeugte 600 VDC-Bussspannung  $\pm 300$  VDC gegenüber der Erde betragen. In einigen Konfigurationen weist die Spannung zwischen den Stromschienen und der Erde jedoch eine schwankende Spannung auf, und die Spitze der hohen Spannung wird an den Motor übertragen. Die Schwingung zwischen Spannung und Erde hängt von den Systemeigenschaften ab. Erfahrungsgemäß ist ein System mit wenigen an die Busspannung angeschlossenen Achsen weniger anfällig für störende Schwingungen auf dem Bus, bei einer großen Werkzeugmaschine mit vielen Achsen und mehreren Spindeln jedoch, können die Schwingungen hohe Amplituden erreichen. Liegt die Frequenz dieser Schwingungen in der Nähe der Resonanzfrequenz des Motors, kann dies zu Überspannungsausfällen am Sternpunkt führen.

Wenn die PWM-Frequenz des Reglers zufällig mit der Resonanzfrequenz des Motors übereinstimmt. In diesem Fall regt die Grundschwingung der PWM-Frequenz direkt die Resonanzfrequenz des Motors an, so dass am Sternpunkt sehr hohe Spannungen entstehen. Da es sich bei der PWM-Spannung um eine Rechteckwelle handelt, weist sie zudem ungerade Oberwellen (1, 3, 5, 7 usw.) auf, die ebenfalls die Motorresonanz anregen können. Günstigerweise weisen diese Oberwellen eine geringere Amplitude auf als die Grundwelle.

In einem anderen Fall kann es auch zu einem Überspannungsschaden kommen. In diesem Fall regt die Grundschwingung der PWM-Frequenz direkt die Resonanzfrequenz des Motors an, so dass am Sternpunkt sehr hohe Spannungen entstehen. Da es sich bei der PWM-Spannung um eine Rechteckwelle handelt, weist sie außerdem ungerade Oberwellen (1, 3, 5, 7 usw.) auf, die ebenfalls die Motorresonanz anregen können.

Um einen Ausfall zu vermeiden, müssen also zwei Elemente berücksichtigt werden: die Schwingungen zwischen Busspannung und Erde und die PWM-Frequenz. Wenn die beiden oben genannten Elemente nicht in Resonanz mit dem Motor treten, besteht keine Gefahr für den Motor.

Bei der Auswahl des Netzteils sollten Sie die folgenden Bedingungen beachten:

- 300 VDC-Regler: 750 V<sub>p</sub> (Phase gegen Erde), Spannungsgefälle: 8 kV/ $\mu$ s.
- 600- oder 750 VDC-Regler: 1.000 V<sub>p</sub> maximal (bei der PWM-Frequenz) und Spitzen bis zu 1.400 V (Masse zu Spitze und für einige  $\mu$ s) sowie einen Spannungsgradienten: 11 kV/ $\mu$ s.

Die Leitung zwischen dem Regler und dem Motor erzeugt aufgrund der Impedanzfehlpassung zwischen der Leitung und dem Motor eine reflektierte Welle, und die reflektierte Spannung wird mit der nachfolgenden Eingangsspannung überlagert, wodurch die Spannung ansteigt. Dieses Phänomen wird deutlicher, wenn die Motorleitung länger ist. Wenn die Länge der Leitung zwischen dem Regler und dem Motor mehr als 10 m beträgt, müssen die Spannungen an den Motorklemmen gemessen werden, um sicherzustellen, dass sie niedriger sind als oben angegeben. Ist der gemessene Wert größer, muss zum Schutz ein / Filter zwischen Regler und Motor geschaltet werden.

## 1.5 Motor IP-Schutzklasse

Für Linearmotoren gilt die IEC-Norm zur Festlegung der Schutzklasse. Die erste Ziffer von IP□□ bezeichnet die Schutzklasse gegen das Eindringen von Staub. Klasse 6 bezieht sich auf den vollständigen Schutz gegen das Eindringen von Staub. Die zweite steht für die Schutzklasse gegen das Eindringen von Wasser. Klasse 0 bedeutet keinen Schutz. Klasse 5 bedeutet Schutz gegen Niederdruckwasserstrahlen aus jeder Richtung. Klasse 6 bedeutet Schutz gegen Hochdruckwasserstrahlen aus jeder Richtung.

○ IP-Schutzart für verschiedene Motortypen.

Linearmotor	Schutzklasse
LMSA	IP60
LMFA	IP60
LMFP	IP65
LMSC	IP60
LMC	IP60
LMSS	IP60
LMT	IP66

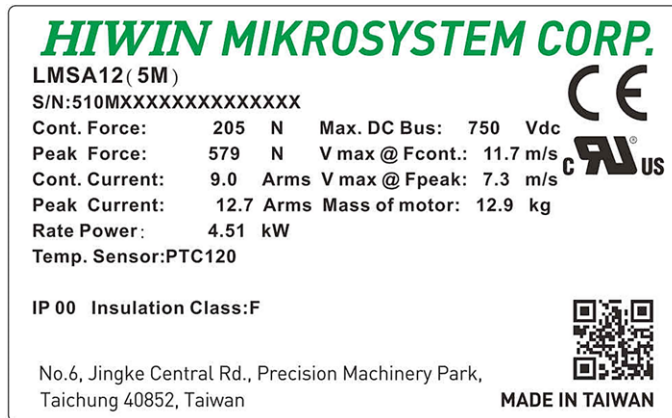
Die Statoren sind durch ihren mechanischen Aufbau weitgehend vor Korrosion geschützt. Allerdings muss durch geeignete konstruktive Maßnahmen verhindert werden, dass sich ferromagnetische Partikel (z. B. Eisenspäne) auf dem Stator ablagern.

Der Kontakt mit Flüssigkeiten und generell der Kontakt mit korrosiven Medien muss durch geeignete Schutzmaßnahmen (Kapselung, Faltenbalg, Schutzlack) vermieden werden.



## 1.6 Typenschild

- Informationen über die Typenschilder für die verschiedenen Motortypen. (Beispiel für ein Typenschild)



## 2 Einführung

### 2.1 Allgemeines

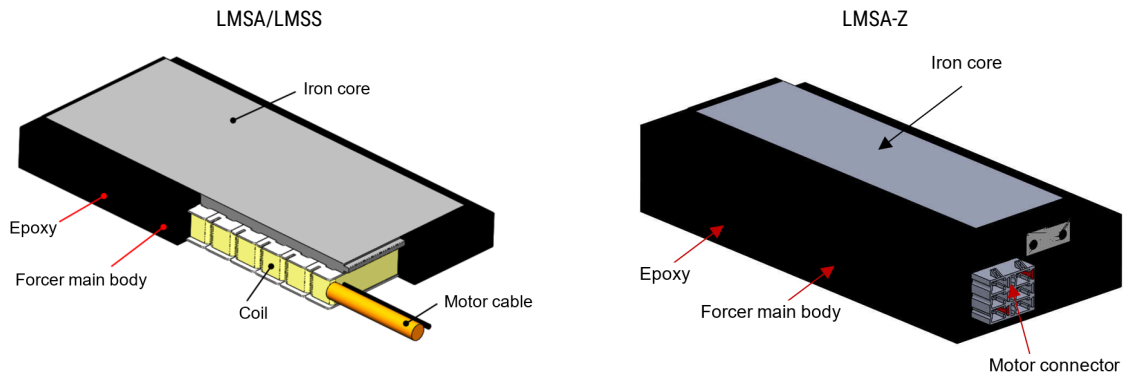
Linearmotoren können in Linearmotoren mit Eisenkern und Linearmotoren ohne Eisen unterteilt werden. Ein Linearmotor mit Eisenkern hat eine relativ größere Schubkraft, und ein eisenloser Linearmotor ist vergleichsweise kompakter und weist bessere dynamische Eigenschaften auf. Da es keinen Übertragungsmechanismus zwischen dem Motor und der Last gibt, kann die Last direkt angetrieben werden. Dementsprechend ist der Mechanismus vergleichsweise einfach und es kann eine bemerkenswerte Dynamik erreicht werden. Darüber hinaus sind Linearmotoren berührungslos aufgebaut, so dass kein Verschleiß auftritt und eine höhere Präzision erzielt werden kann, während gleichzeitig der Wartungs- und Pflegeaufwand reduziert werden kann. Der Stator eines Linearmotors wird in Modulbauweise hergestellt, und die Anzahl der zulässigen Baugruppen ist unbegrenzt, so dass die Länge des Hubs nicht eingeschränkt ist.

### 2.2 Aufbau von Linearmotoren

#### 2.2.1 Aufbau eines Linearmotors mit Eisenkern (LMSA/LMSA-Z/LMSS)

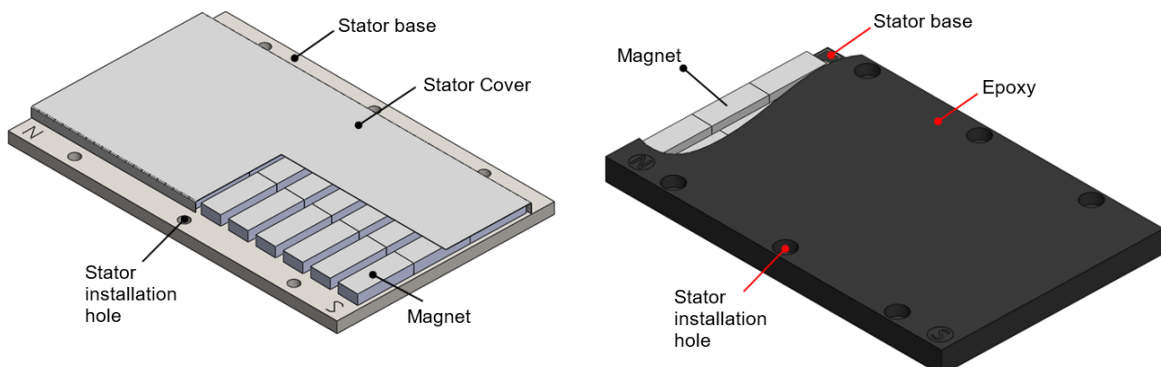
Das Produkt LMSA/LMSA-Z/LMSS ist ein Motor mit Eisenkern, der aus einem Eisenkern, einer Spule und Epoxid zusammengesetzt ist. Da der Eisenkern mit dem Magneten interagiert, wird diese Motorserie von der Verzahnungskraft und der Anziehungskraft zwischen dem Forcer und dem Stator beeinflusst. Dementsprechend ist es notwendig, solche Faktoren bei der Planung des Aufstellungsortes des Forcers zu berücksichtigen. Dieses Produkt eignet sich für Anwendungen mit hoher Beschleunigung und Abbremsung, wie zum Beispiel Förder-/Transportanlagen, Digitaldruck, 3D-Druck, PCB-Bohrmaschinen, Lichtbearbeitungsmaschinen usw.

Abb. 2.1: Struktur des Forcers



Der Stator von LMSA//LMSA-Z/LMSS hat, von oben gesehen, eine rechteckige Struktur. Kunden können je nach industrieller Anwendung zwischen der Cover- oder der Epoxid-Ausführung des Stators auswählen. Darüber hinaus kann der Stator auch als bewegliches Teil verwendet werden.

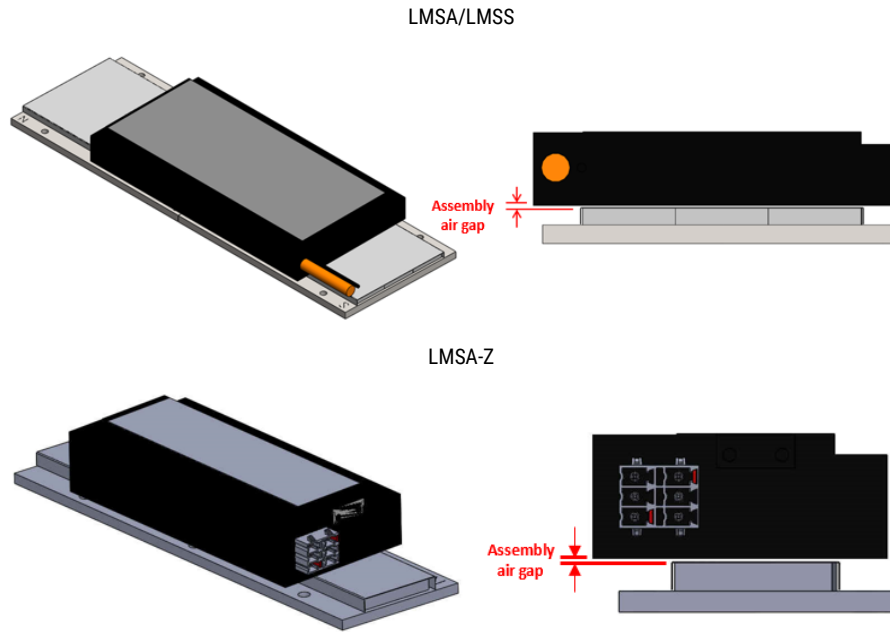
Abb. 2.2: Struktur des Stators



Achten Sie bei der Montage des Motors auf den Luftspalt zwischen dem Forcer und dem Stator. Die Beziehung zwischen dem Luftspalt eines Linearmotors mit Eisenkern und der Motorleistung finden Sie unter Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** des Handbuchs.

Die Richtlinien für die Installation von Motor und Stator finden Sie unter Kapitel 5.1 des Handbuchs. Da zwischen dem Forcer und dem Stator eine starke Anziehungskraft besteht, entfernen Sie bitte nicht willkürlich den Stator und verwenden Sie kein magnetisches Material, um sich dem Gerät zu nähern, um jegliche Gefahr zu vermeiden. Außerdem muss die Länge der Statorbaugruppe größer sein als die Länge des Forcers; andernfalls kann es zu unerwarteten Risiken kommen.

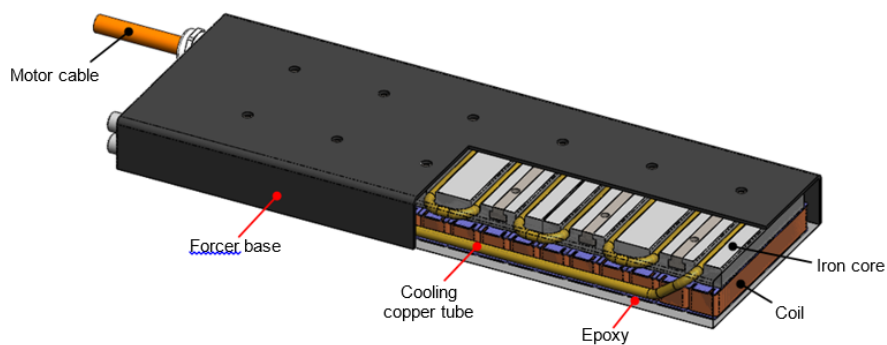
Abb. 2.3: Struktur des Forcers und des Stators



### 2.2.2 Aufbau der wassergekühlten Linearmotoren (LMFA/LMFP)

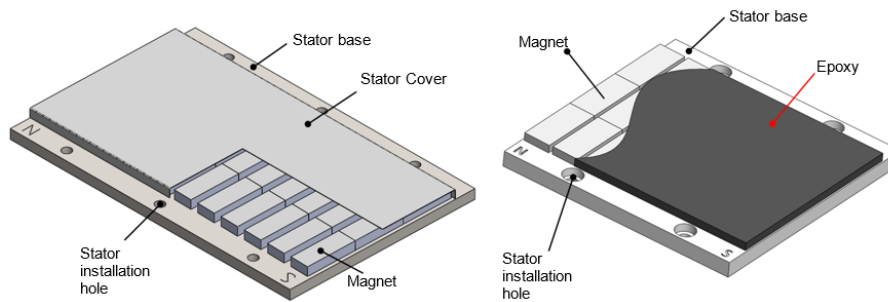
Das LMFA/LMFP-Produkt ist ein wassergekühlter Motor mit Eisenkern. Der Forcer besteht aus einem Eisenkern, einem Forcer-Sockel, einer Spule, einem Kupferkühlrohr und Epoxid. Da der Eisenkern mit dem Magneten interagiert, wird diese Motorserie von der Verzahnungskraft und der Anziehungskraft zwischen dem Forcer und dem Stator beeinflusst. Dementsprechend ist es notwendig, solche Faktoren bei der Planung des Aufstellungsortes des Forcers zu berücksichtigen. Dieses Produkt nutzt ein Kühlsystem, um die Motorleistung zu erhöhen, und eignet sich für Anwendungen mit hoher Belastung, wie zum Beispiel Förder-/Transportanlagen, PCB-Bohrmaschinen, Schleifmaschinen usw.

Abb. 2.4: Struktur des Forcers



Der Stator des LMFA/LMFP hat, von oben gesehen, eine rechteckige Struktur. Kunden können je nach industrieller Anwendung zwischen der Cover- oder der Epoxid-Ausführung des Stators auswählen.

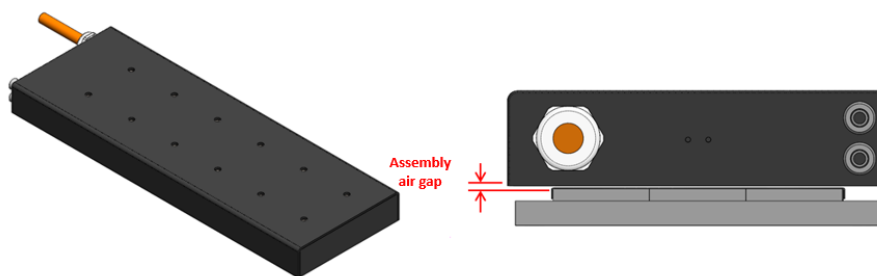
Abb. 2.5: Struktur des Stators



Achten Sie bei der Montage des Motors auf den Luftspalt zwischen dem Forcer und dem Stator. Die Beziehung zwischen dem Luftspalt eines eisenbehafteten Linearmotors und der Motorleistung finden Sie in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** des Handbuchs.

Die Richtlinien für die Installation von Motor und Stator finden Sie in Kapitel 5.1 des Handbuchs. Da zwischen Forcer und Stator eine starke magnetische Anziehungskraft besteht, entfernen Sie bitte nicht willkürlich den Stator und verwenden Sie kein magnetisches Material, um sich dem Gerät zu nähern, um jegliche Gefahr zu vermeiden. Außerdem muss die Länge der Statorbaugruppe größer sein als die Länge des Forcers; andernfalls kann es zu unerwarteten Risiken kommen.

Abb. 2.6: Struktur des Forcers und des Stators

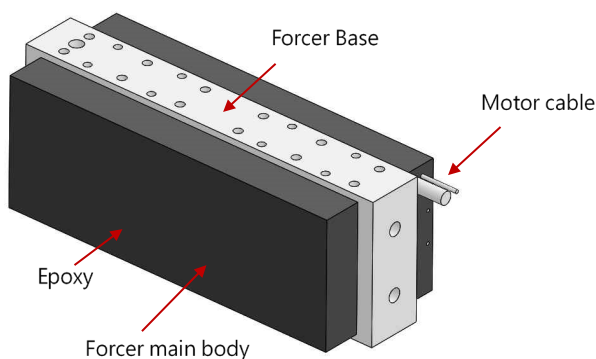


### 2.2.3 Aufbau der eisenbehafteten Linearmotoren (LMSC)

Das LMSC-Produkt ist ein Motor mit Eisenkern, der aus einem Eisenkern, einem Schmiedesockel, einer Spule und Epoxid besteht. Da die Eisenkerne Rücken an Rücken angeordnet sind, kann die Anziehungskraft zwischen Forcer und Stator kompensiert werden, die Belastung der Führungsschiene wird erheblich reduziert und die Lebensdauer der Führungsschiene kann verlängert werden.

Dieses Produkt eignet sich für Anwendungen mit hoher Beschleunigung, wie zum Beispiel Förder-/Transportanlagen, automatisierte Produktionslinien und leichte Verarbeitungsanlagen.

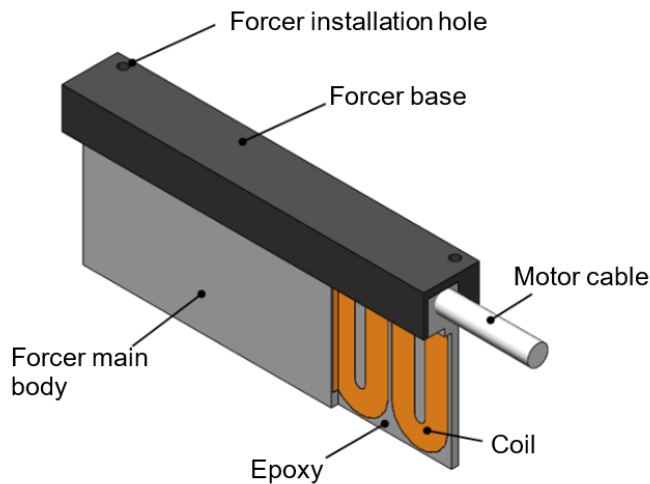
Abb. 2.7: Struktur des Forcers



### 2.2.4 Aufbau der eisenlosen Linearmotoren

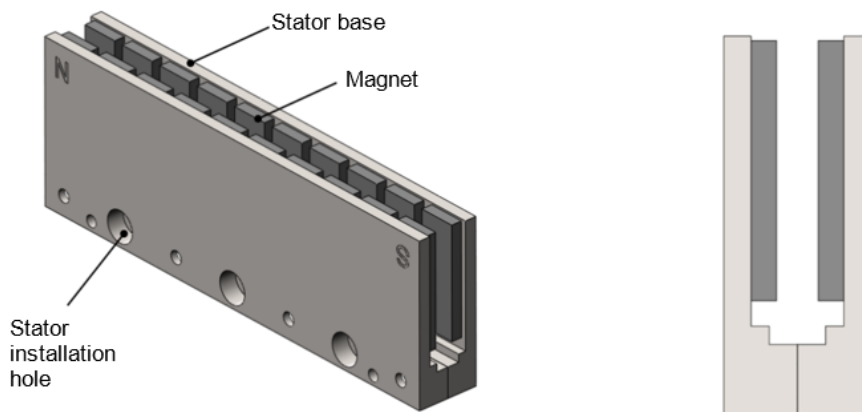
Das LMC-Produkt ist ein eisenloser Motor. Aus der Kraftmontagezeichnung von [Abb. 2.8](#) geht hervor, dass das Innere des Forcers nicht aus einem Eisenkern, sondern nur aus einer Spule besteht, so dass er aus einem Forcersockel und Epoxid zusammengesetzt ist. Da es sich um eine eisenlose Struktur handelt, gibt es bei dieser Motorserie keine Verzahnungskraft, keine Anziehungskraft zwischen Motor und Stator und sie zeichnet sich durch eine geringe Trägheit aus. Dieses System eignet sich für Anwendungen mit hoher Geschwindigkeit und geringer Last sowie für Anwendungen, die eine extrem niedrige Restwelligkeit und eine geringe Magnetfelddissipation erfordern, wie zum Beispiel optische Prüfgeräte, elektronische Mikrofongeräte mit Abtastung usw.

Abb. 2.8: Struktur des Forcers



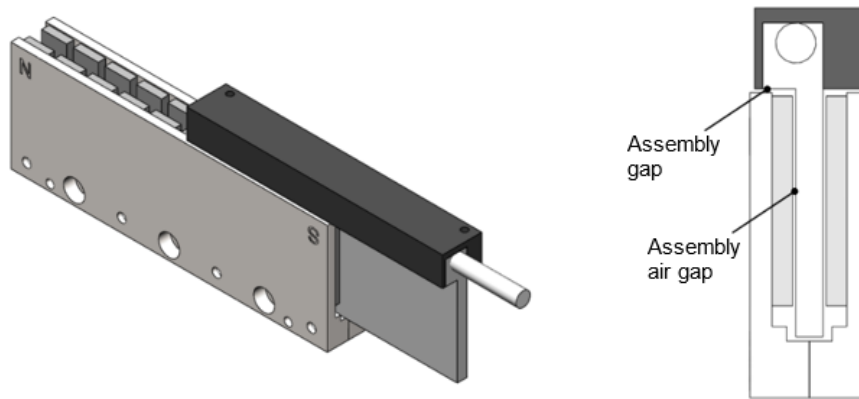
Der LMC-Stator weist, von der Seite gesehen, eine U-förmige Struktur auf und besteht aus einem Sockel und zwei Reihen von Magneten, die wie in [Abb. 2.9](#) gezeigt zusammengesetzt sind. Da die Anzahl der Magnete größer ist als beim Linearmotor mit Eisenkern, ist sein Gesamtgewicht schwerer als das des Forcers. Dementsprechend sind Kunden nicht gezwungen, den Stator als bewegliches Teil zu verwenden.

Abb. 2.9: Struktur des Stators



Der ausgeschnittene Teil der U-förmigen Struktur des LMC-Stators sorgt dafür, dass sich der Forcer zwischen dem Stator bewegen kann. Achten Sie bei der Installation des Motors auf den Montagespalt zwischen dem Stator, wie in [Abb. 2.10](#) dargestellt. Die Installationsrichtlinien für den Motorforcer und -stator finden Sie in Kapitel [5.2](#) des Handbuchs. Da die vom Stator verwendeten Magnete eine starke magnetische Anziehungskraft besitzen, sollten Sie den Stator nicht willkürlich entfernen oder magnetisches Material verwenden, um sich dem Stator zu nähern, um jegliche Gefahr zu vermeiden.

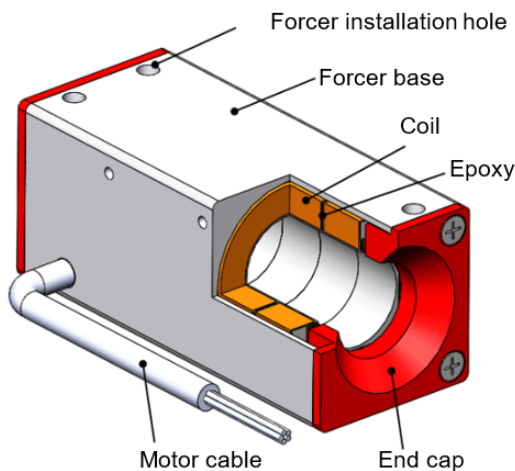
Abb. 2.10: Struktur des Forcers und des Stators



### 2.2.5 Aufbau des Linearmotors (LMT) mit Spindel

Das Produkt der LMT-Serie des Unternehmens ist ein eisenloser Spindelmotor. Aufgrund der eisenlosen Struktur sind die Motoreigenschaften mit den Eigenschaften der LMC-Serie vereinbar, so dass er keine Verzahnungskraft, die Anziehungskraft hat, und sich durch eine geringe Trägheit auszeichnet. Die Forcerbaugruppe entspricht [Abb. 2.11](#) und ihre innere Struktur ist eisenlos. Der Unterschied zwischen LMT und LMC besteht darin, dass LMT eine relativ kompakte, einfache Struktur aufweist, die äußerlich einem Schraubenspindel-Linearantrieb ähnelt, was die Wartung erleichtert und die Raumnutzung des Mechanismus erhöht. Für Kunden, die von einem Schraubenspindel-Linearantrieb auf einen direkt angetriebenen Linearantrieb umsteigen, ist dies die optimale Lösung. Zu den üblichen Anwendungen gehören: optische Prüfgeräte, Drahtschneidegeräte für Werkzeugmaschinen, elektronische Rastermikroskope, Geräte für die Lebensmittelautomatisierung und die medizinische Automatisierungsindustrie usw.

Abb. 2.11: Struktur des Forcers



Das äußere Erscheinungsbild des LMT-Stators ist ein abgedichteter kreisförmiger Stab, der aus dem Statoraußenrohr und den Magneten besteht, wie in [Abb. 2.12](#) dargestellt. Achten Sie bei der Montage des Motors auf den Montagespalt zwischen Forcer und Stator, wie in [Abb. 2.13](#) dargestellt. Die Installationsrichtlinien für den Motorforcer und -stator finden Sie in Kapitel [5.2](#) des Handbuchs. Da die vom Stator verwendeten Magnete eine starke magnetische Anziehungskraft besitzen, sollten Sie den Stator nicht willkürlich entfernen oder magnetisches Material verwenden, um sich dem Stator zu nähern, um jegliche Gefahr zu vermeiden.

Abb. 2.12: Struktur des Stators

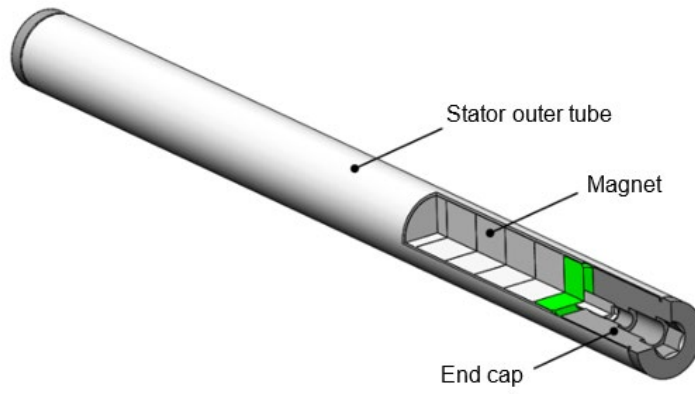
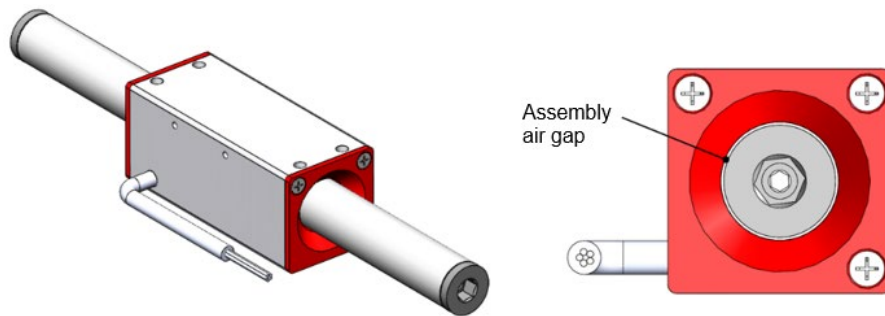


Abb. 2.13: Struktur des Forcers und des Stators



## 2.3 Flüssigkeitskühlsystem

Die HIWIN-Motoren der Serie LMFA/LMFP verwenden eine interne Wasserkühlung, um eine optimale Motorleistung zu erzielen. Zusätzlich zur internen Wasserkühlung sind die Motoren der Serie LMFA/LMFP optional mit der Präzisionswasserkühlung LMFC ausgestattet, die die Wärmeaustauschfläche vergrößert und die Wärmeübertragung vom Motor isoliert, um die Temperatur der Maschinen der Kunden deutlich zu senken. Der Vergleich der Temperaturverteilung ist in [Abb. 2.14](#) dargestellt, wodurch die Anforderungen der Anwendung an eine hohe Präzision erfüllt werden. Die Struktur dieses Systems ist unter [Abb. 2.15](#) dargestellt.

Abb. 2.14: Vergleichsbild der Temperaturverteilung

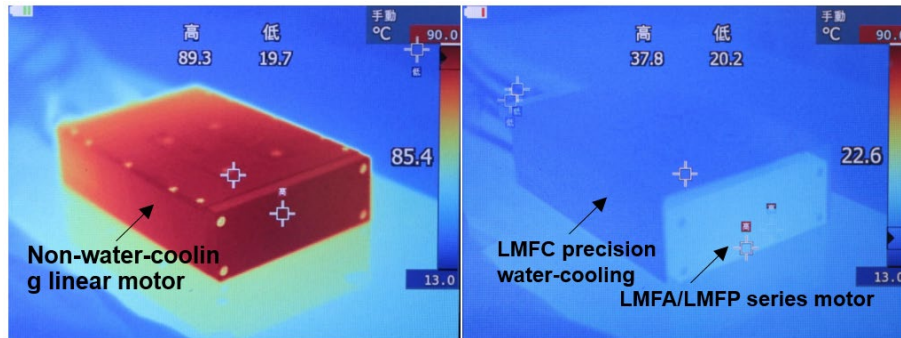
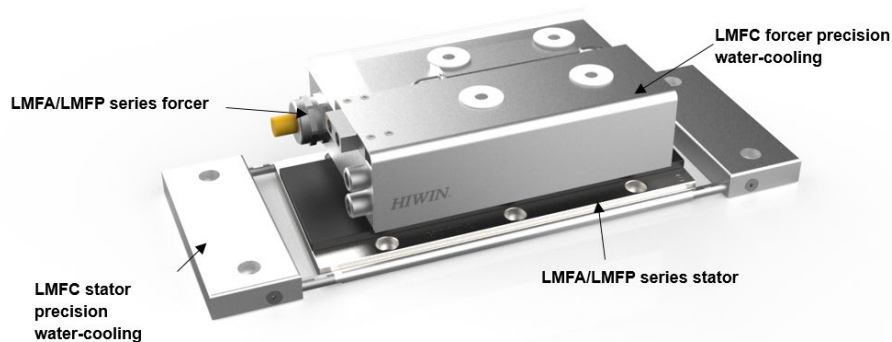


Abb. 2.15: LMFA/LMFP-Serie mit wassergekühltem Präzisionsmotor LMFC Grundaufbau



### 2.3.1 LMFC-Forcer Präzisions-Wasserkühlung

Der interne Motor der Serie LMFA/LMFP ist mit Kühlmittelkanälen ausgestattet, und das Kühlmittel gelangt über den Wasserkühlungsanschluss in das Innere des Motors, um die Kühlung durchzuführen. Nachdem das Kühlmittel die abgedichteten Kanäle zur Wärmeableitung passiert hat, fließt es über den Auslass des Wasserkühlungsanschlusses zurück in die Wasserkühlungsmaschine. Bei einem Motor, der mit der Präzisions-Wasserkühlung des LMFC-Forcers ausgestattet ist, wird ein LMFC-Präzisions-Wasserkühlungszubehör auf dem Original-LMFA/LMFP-Forcer installiert. Das für die Präzisionswasserkühlung vorgesehene Isoliermaterial dient zur Isolierung der Wärmeübertragung. Das Kühlmittel gelangt über den Einlass des Wasserkühlungsanschlusses in den Motor, um dort zu kühlen, und nachdem es die abgedichteten Kanäle zur Wärmeableitung passiert hat, kehrt es über den Auslass des Wasserkühlungsanschlusses in die Wasserkühlungsmaschine zurück.

### 2.3.2 LMFC-Stator mit Präzisions-Wasserkühlung

Das Kühlkonzept für die Wärmeabfuhr des Stators ist nur für die LMFC-Präzisions-Wasserkühlungsserie vorgesehen. Die Präzisionswasserkühlung des LMFC-Stators ist unterhalb des LMFA/LMFP-Stators installiert. Das Kühlmittel gelangt über den Einlass des Wasserkühlungsanschlusses zur Kühlung in den Motor und kehrt, nachdem es die abgedichteten Kanäle zur Wärmeableitung passiert hat, über den Auslass des Wasserkühlungsanschlusses in die Wasserkühlungsmaschine zurück, um eine schnelle Wärmeableitung zu gewährleisten.



## 2.4 Temperatursensor

Die Linearmotoren sind mit einem Temperatursensor ausgestattet, der ein Signal an das Regelungssystem liefert, um den notwendigen Schutz vor einer Übertemperatur des Motors zu gewährleisten.

Der Motorschutz durch Temperaturüberwachung allein mit PTC-Elementen kann unzureichend sein. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn der Motor mit Strömen oberhalb des Dauerstroms betrieben wird.

HIWIN empfiehlt den Einsatz von zusätzlichen Schutzalgorithmen auf der Regelungsseite. Die Berechnung der maximalen Betriebszeit bei Strömen über dem Dauerstrom kann unter [3.4.3](#) nachgelesen werden.

Zu den üblichen Temperatursensoren gehören PTC, Pt1000 usw. Die Art der in einem Motor eingebauten Temperatursensoren entnehmen Sie bitte dem Katalog oder den Abnahmezeichnungen. Die Leistung der Temperatursensoren wird im Folgenden beschrieben:

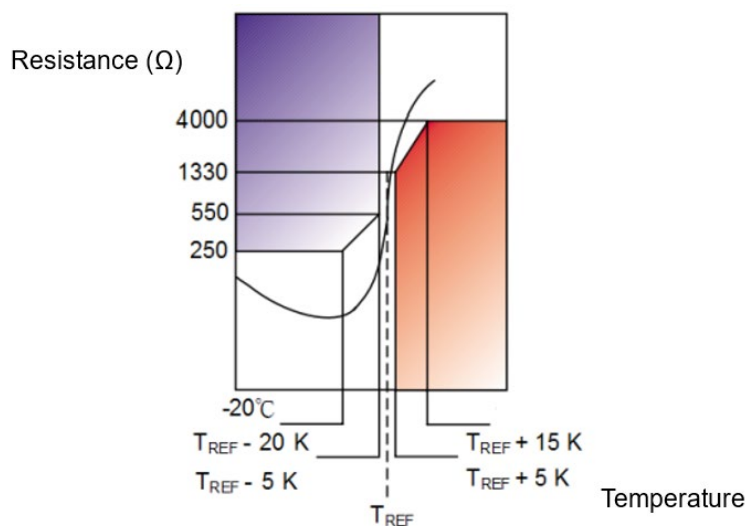
### 2.4.1 PTC-Temperatursensor

PTC 100 und PTC 120 sind Thermistoren, deren Ausgangswiderstand sich mit der Temperatur der Spule ändert. Der Widerstand des PTC 100 steigt deutlich an, wenn  $T_{REF} = 100\text{ °C}$  und der Widerstand des PTC 120 steigt deutlich an, wenn  $T_{REF} = 120\text{ °C}$  ist. Die Eigenschaften sind wie folgt:

Tabelle 2.1: Eigenschaften von PTC-Temperatursensoren

Temperaturbereich	Widerstand
$20\text{ °C} < T < T_{REF} - 20\text{ K}$	$20\ \Omega \sim 250\ \Omega$
$T = T_{REF} - 20\text{ K}$	$\leq 550\ \Omega$
$T = T_{REF} + 5\text{ K}$	$\geq 1.330\ \Omega$
$T = T_{REF} + 15\text{ K}$	$\geq 4.000\ \Omega$

Abb. 2.16: Diagramm zum Verhältnis von PTC-Temperatur und Widerstand



### 2.4.2 Pt1000 Temperatursensor

Der Pt1000 ist ein Platin-Widerstands-Temperatursensor (RTD), der sich dadurch auszeichnet, dass sein Widerstand bei einer Temperatur von 0 °C 1.000 Ω beträgt. Die tatsächliche Temperatur kann durch Messung des Ausgangswiderstands ermittelt werden. Die Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur ist in [Abb. 2.17](#) dargestellt, und die Standardgleichung zwischen Widerstand und Temperatur wird wie folgt ausgedrückt:

Wenn der Temperaturbereich -200 °C ~ 0 °C beträgt

$$R_{\theta} = R_0 [1 + A\theta + B\theta^2 + C(\theta - 100)\theta^3]$$

Wenn der Temperaturbereich 0°C ~ 850°C beträgt

$$R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$R_0 = 1000 [\Omega]$$

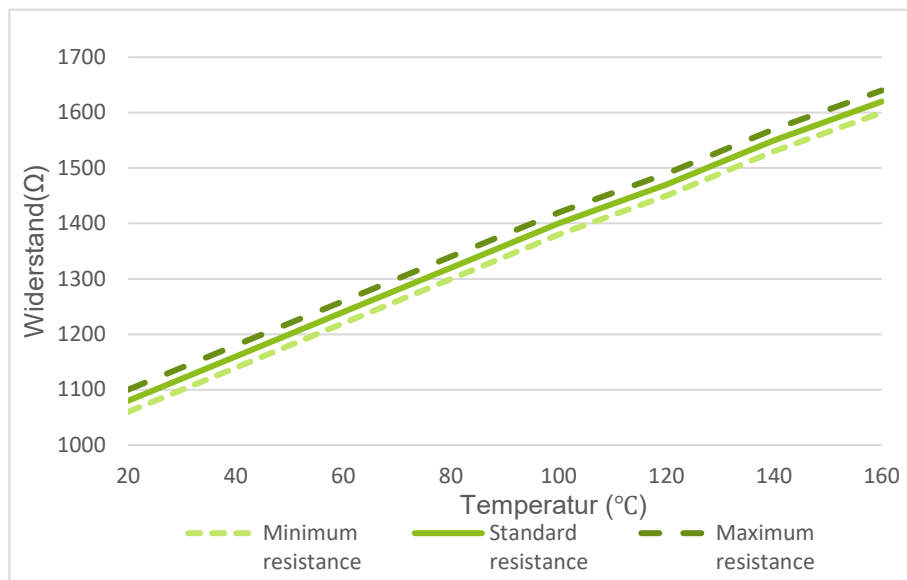
$$\theta = \text{Betriebstemperatur } [^{\circ}\text{C}]$$

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$$

$$B = -5.7750 \times 10^{-7} [^{\circ}\text{C}^{-2}]$$

$$C = -4.1830 \times 10^{-12} [^{\circ}\text{C}^{-4}]$$

Abb. 2.17: Pt1000-Widerstandsdiagramm und Temperaturverhältnis



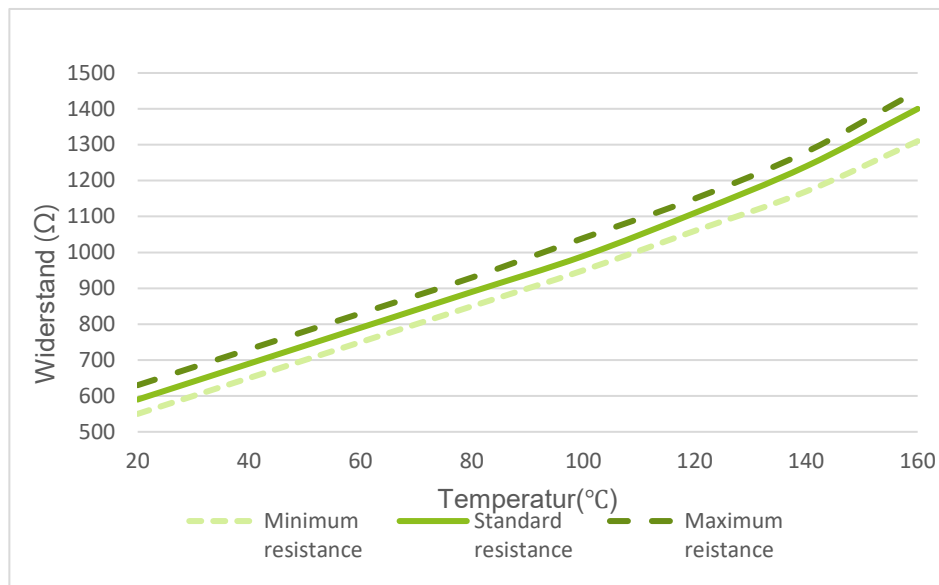
### 2.4.3 KTY84 Temperatursensor

Der KTY84-130 ist ein Silizium-Temperatursensor. Die tatsächliche Temperatur kann durch Messung des Ausgangswiderstands ermittelt werden. Die Kennlinie ist unter [Abb. 2.18](#) dargestellt und die Beziehung zwischen Widerstand und Temperatur ist unter [Abb. 2.18](#) dargestellt.

Tabelle 2.2: Merkmale des Temperatursensors KTY84-130

Symbol	Parameter	Kriterien	Minimaler Wert	Standardwert	Maximaler Wert	Einheit
$R_{100}$	Widerstand bei Temperaturen unter 100 °C	$I_{(out)} = 2 \text{ mA}$	970	-	1.030	$\Omega$
$R_{250} / R_{100}$	Widerstandsverhältnis	T = 250 °C und 100 °C	2.111	2.166	2.221	$\Omega$
$R_{25} / R_{100}$	Widerstandsverhältnis	T = 25 °C und 100 °C	0,595	0,603	0,611	$\Omega$

Abb. 2.18: KTY84-130-Widerstandsdiagramm und Temperaturverhältnis



### 2.4.4 Anschluss an den Antriebsverstärker

Die Temperaturüberwachungsschaltungen können normalerweise direkt an die Regelung des Antriebsverstärkers angeschlossen werden. Um die Anforderungen an die sichere Trennung nach EN61800-5-1 zu erfüllen, müssen die Sensoren an die von den Herstellern des Antriebsverstärkers vorgesehenen Entkopplungsmodule angeschlossen werden.

### 3 Auswahl und Auslegung

#### 3.1 Auswahl nach Anwendung

Je nach den industriellen Anwendungen können sie hauptsächlich in Punkt-zu-Punkt-Bewegungen und Scanning-Anwendungen unterteilt werden. Linearmotoren mit Eisenkern eignen sich für Punkt-zu-Punkt-Bewegungen, und eisenlose Linearmotoren eignen sich für Scanning-Anwendungen, wie in [Abb. 3.1](#) dargestellt.

Abb. 3.1: Illustrationen von Linearmotoranwendungen



### 3.2 Eisenbehaltete Linearmotoren: Kräfte vs. Luftspalt

Die Dauerkraft/Spitzenkraft des Linearmotors und die Anziehungskraft zwischen Forcer und Stator ändern sich mit dem Luftspalt zwischen Forcer und Stator. In diesem Kapitel wird die Beziehung zwischen der Dauerkraft/Spitzenkraft, der Anziehungskraft und dem Montageluftspalt der einzelnen Motorserien beschrieben, um diese Informationen als Referenz für die Motorauswahl und die mechanische Konstruktion bereitzustellen.

#### 3.2.1 LMSA-Serie

- Dauerkraft/Spitzenkraft und Luftspalt

Abb. 3.2: LMSA Diagramm zum Verhältnis aus Dauerkraft/Spitzenkraft-Luftspalt

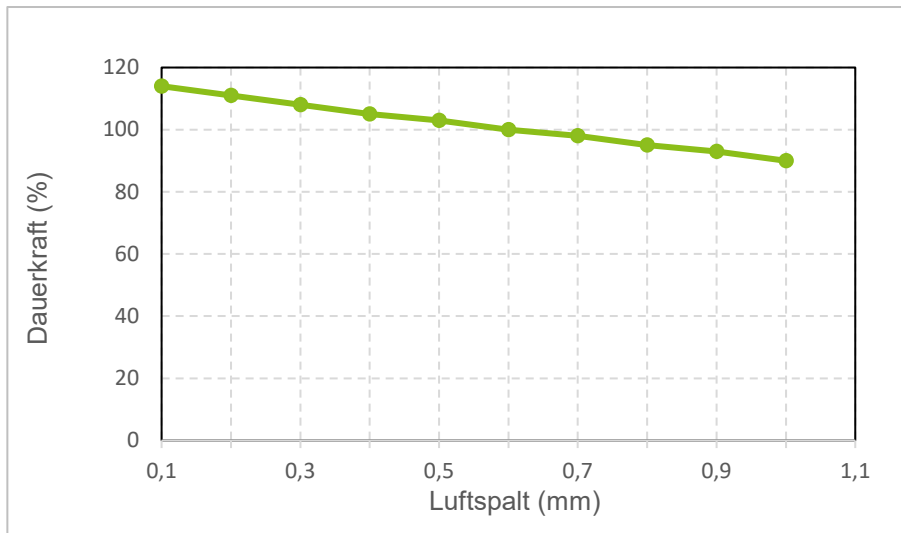


Tabelle 3.1: LMSA Vergleichstabelle Dauerkraft/Spitzenkraft-Luftspalt

Serie	LMSA1□ ~ LMSAC□ / LMSA□□-Z									
Luftspalt (mm)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Kraft (%)	114	111	108	105	103	100	98	95	93	90

- Anziehungskraft und Luftspalt

Abb. 3.3: LMSA Vergleichstabelle Dauerkraft/Spitzenkraft-Luftspalt

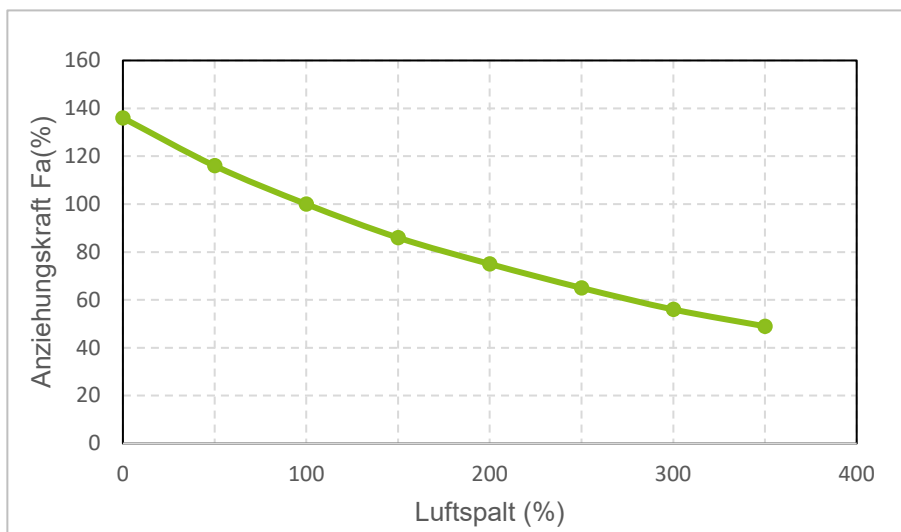


Tabelle 3.2: LMSA Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

LMSA1□(-Z) ~LMSA2□(-Z) Serie Anziehungskraft. Einheit: N							
Luftspalt (mm)	LMSA11 LMSA11-Z	LMSA12 LMSA12-Z	LMSA13 LMSA13-Z	LMSA21 LMSA21-Z	LMSA22 LMSA22-Z	LMSA23 LMSA23-Z	LMSA24
0	653	1.306	1.959	1.306	2.612	3.918	5.224
0,3	560	1.120	1.680	1.120	2.240	3.360	4.480
0,6	481	963	1.444	963	1.926	2.888	3.851
0,9	415	830	1.245	830	1.660	2.490	3.320
1,2	359	718	1077	718	1.436	2.154	2.872
1,5	312	624	936	624	1.248	1.872	2.496
1,8	271	542	813	542	1.084	1.626	2.168
2,1	236	472	708	472	944	1.416	1.888
5	66	132	198	132	264	396	528
10	8	16	24	16	32	48	64
15	1	2	3	2	4	6	8

LMSA3□(-Z) ~LMSAC□ Serie Anziehungskraft. Einheit: N							
Luftspalt (mm)	LMSA31 LMSA31-Z	LMSA32 LMSA32-Z	LMSA33 LMSA33-Z	LMSA34	LMSAC3	LMSAC5	
0	1.959	3.918	5.877	7.836	6.367	10.611	
0,3	1.680	3.360	5.040	6.720	5.460	9.100	
0,6	1.444	2.888	4.333	5.777	4.694	7.823	
0,9	1.245	2.490	3.735	4.980	4.046	6.744	
1,2	1.077	2.154	3.231	4.308	3.500	5.834	
1,5	936	1.872	2.808	3.744	3.042	5.070	
1,8	813	1.626	2.439	3.252	2.642	4.404	
2,1	708	1.416	2.124	2.832	2.301	3.835	
5	198	396	594	792	644	1.073	
10	24	48	72	96	78	130	
15	3	6	9	12	10	16	

### 3.2.2 LMFA-Serie

○ Dauerkraft/Spitzenkraft und Luftspalt: Art der Abdeckung

Abb. 3.4: LMFA mit Abdeckung Verhältnis Dauerkraft/Spitzenkraft-Luftspalt

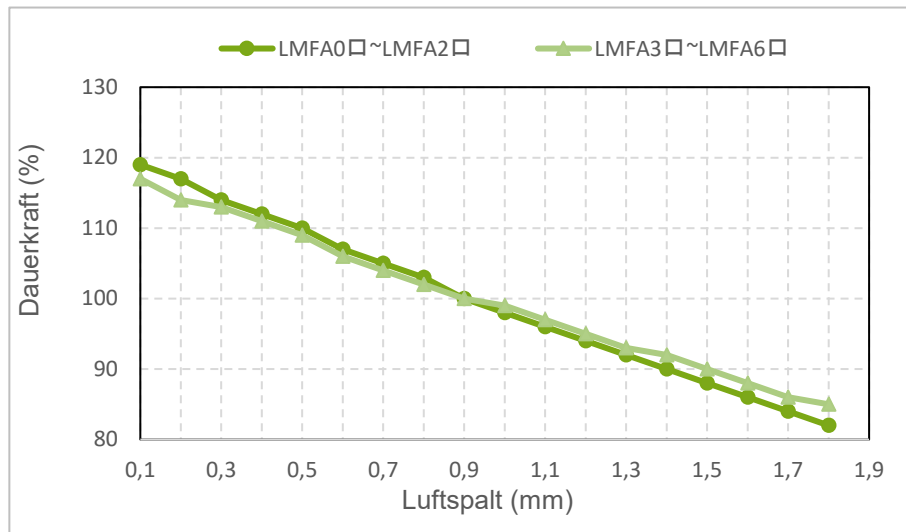


Tabelle 3.3: LMFA mit Abdeckung Vergleichstabelle Dauerkraft/Spitzenkraft-Luftspalt

Serie LMFA Dauerkraft/Spitzenkraft (mit Abdeckung). Einheit: %		
Luftspalt (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
0,1	119	117
0,2	117	114
0,3	114	113
0,4	112	111
0,5	110	109
0,6	107	106
0,7	105	104
0,8	103	102
0,9	100	100
1,0	98	99
1,1	96	97
1,2	94	95
1,3	92	93
1,4	90	92
1,5	88	90
1,6	86	88
1,7	84	86
1,8	82	85

○ Dauerkraft und Luftspalt: Epoxid-Typ

Abb. 3.5: LMFA-Stator vom Typ Epoxid Diagramm Verhältnis Dauerkraft-Luftspalt

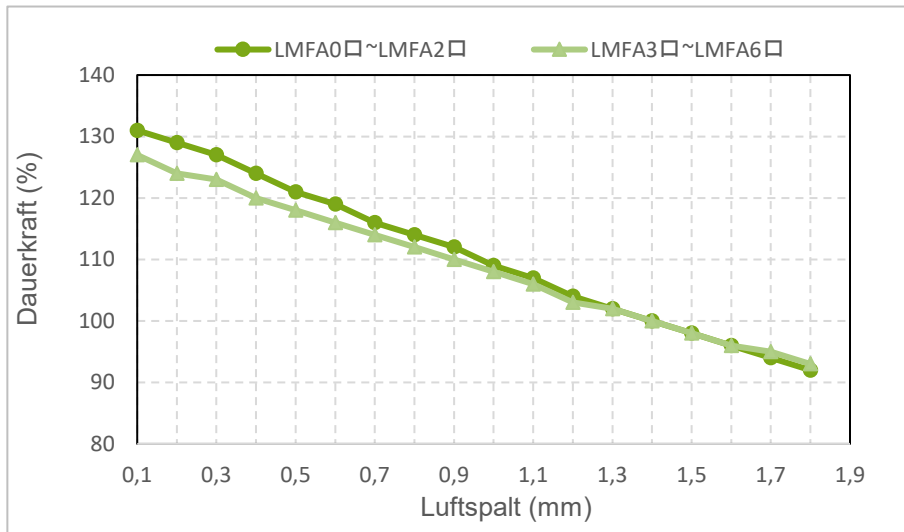


Tabelle 3.4: LMFA-Stator vom Typ Epoxid Vergleichstabelle Dauerkraft-Luftspalt

Serie LMFA Dauerkraft/Spitzenkraft (Typ Epoxid). Einheit: %		
Luftspalt (mm)	LMFA0~LMFA2	LMFA3~LMFA6
0,1	131	127
0,2	129	124
0,3	127	123
0,4	124	120
0,5	121	118
0,6	119	116
0,7	116	114
0,8	114	112
0,9	112	110
1,0	109	108
1,1	107	106
1,2	104	103
1,3	102	102
1,4	100	100
1,5	98	98
1,6	96	96
1,7	94	95
1,8	92	93



○ Anziehungskraft und Luftspalt: Art der Abdeckung

Abb. 3.6: Diagramm zum Verhältnis Anziehungskraft-Luftspalt beim LMFA-Stator

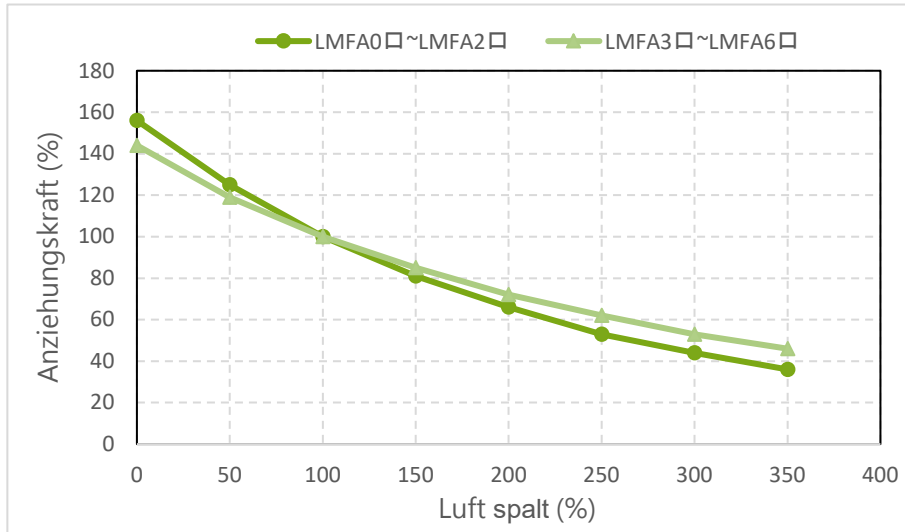


Tabelle 3.5: LMFA0~2 Stator mit Abdeckung Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

Serie LMFA0~LMFA2 Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N

Luftspalt (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	713	1.426	2.141	1.306	2.612	3.919	5.225	1.965	3.930	5.894	7.859
0,45	569	1.138	1.709	1.042	2.085	3.127	4.169	1.568	3.136	4.704	6.271
0,90	457	914	1.372	837	1.674	2.511	3.348	1.259	2.518	3.777	5.036
1,35	369	738	1.108	676	1.352	2.029	2.705	1.017	2.034	3.051	4.068
1,80	299	599	899	548	1.097	1.645	2.194	825	1.650	2.475	3.299
2,25	244	487	731	446	892	1.338	1.785	671	1.342	2.013	2.684
2,70	199	398	597	364	729	1.093	1.458	548	1.097	1.645	2.193
3,15	163	325	488	298	595	893	1.191	448	896	1.343	1.791
5	72	145	218	133	266	398	531	200	399	599	799
10	9	17	26	16	32	48	64	24	48	72	96
15	1	3	4	2	5	7	10	4	7	11	15
20	0	0	1	0	1	1	2	1	1	2	2

Tabelle 3.6: LMFA3 ~ 6 mit Abdeckung Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

LMFA3~LMFA4 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	4.926	9.851	14.777	19.703	7.388	14.777	22.165	29.554
0,45	4.089	8.179	12.268	16.357	6.134	12.268	18.402	24.536
0,90	3.430	6.860	10.290	13.720	5.145	10.290	15.435	20.580
1,35	2.902	5.805	8.707	11.609	4.354	8.707	13.061	17.414
1,80	2.471	4.942	7.413	9.884	3.707	7.413	11.120	14.826
2,25	2.117	4.234	6.351	8.468	3.176	6.351	9.527	12.703
2,70	1.821	3.642	5.462	7.283	2.731	5.462	8.193	10.925
3,15	1.572	3.144	4.717	6.289	2.358	4.717	7.075	9.433
5	885	1.770	2.655	3.539	1.327	2.655	3.982	5.309
10	208	417	625	833	312	625	937	1.250
15	52	104	156	207	78	156	233	311
20	13	26	40	53	20	40	59	79
LMFA3~LMFA4 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	19.674	29.511	39.348	29.554	44.331	59.108		
0,45	16.333	24.500	32.667	24.536	36.804	49.072		
0,90	13.700	20.550	27.400	20.580	30.870	41.160		
1,35	11.593	17.389	23.185	17.414	26.121	34.828		
1,80	9.870	14.805	19.740	14.826	22.239	29.653		
2,25	8.456	12.684	16.912	12.703	19.054	25.405		
2,70	7.272	10.909	14.545	10.925	16.387	21.849		
3,15	6.280	9.419	12.559	9.433	14.150	18.866		
5	3.534	5.301	7.069	5.309	7.964	10.618		
10	832	1.248	1.664	1.250	1.874	2.499		
15	207	311	414	311	467	622		
20	53	79	105	79	119	158		

○ Anziehungskraft und Luftspalt: Epoxid-Typ

Abb. 3.7: Diagramm zum Verhältnis Anziehungskraft-Luftspalt LMFA-Stator vom Typ Epoxid

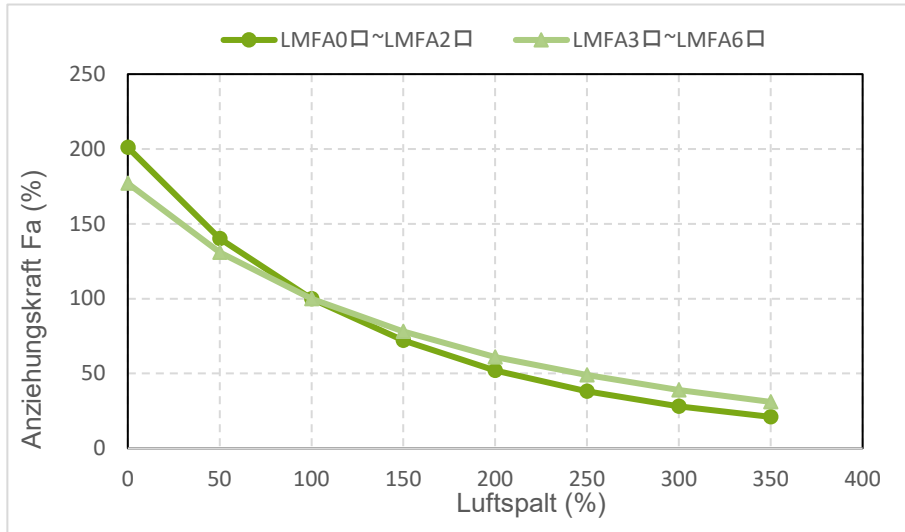


Tabelle 3.7: Typ Epoxid LMFA0~2 Vergleichstabelle Stator-Anziehungskraft-Luftspalt

LMFA3~LMFA4 Serie Anziehungskraft (Typ Epoxid). Einheit: N											
Luftspalt (mm)	LMFA01	LMFA02	LMFA03	LMFA11	LMFA12	LMFA13	LMFA14	LMFA21	LMFA22	LMFA23	LMFA24
0	919	1.839	2.760	1.684	3.368	5.052	6.736	2.533	5.066	7.599	1.0132
0,7	641	1.282	1.925	1.174	2.349	3.523	4.697	1.766	3.533	5.299	7.066
1,4	457	914	1.372	837	1.674	2.511	3.348	1.259	2.518	3.777	5.036
2,1	329	659	988	603	1.206	1.809	2.412	907	1.814	2.721	3.628
2,8	239	478	718	438	876	1.314	1.752	659	1.318	1.976	2.635
3,5	175	350	525	320	640	960	1.280	482	963	1.445	1.926
4,2	129	257	386	236	472	707	943	355	709	1.064	1.419
4,9	95	189	284	173	346	520	693	261	521	782	1.042
10	11	22	33	20	40	60	79	30	60	90	119
15	1	3	4	3	5	8	11	4	8	12	16
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.8: LMFA3~6 Typ Epoxid Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

LMFA3~LMFA4 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFA31	LMFA32	LMFA33	LMFA34	LMFA41	LMFA42	LMFA43	LMFA44
0	6.069	12.138	18.206	24.275	9.103	18.206	27.310	36.413
0,7	4.494	8.989	13.483	17.978	6.742	13.483	20.225	26.966
1,4	3.430	6.860	10.290	13.720	5.145	10.290	15.435	20.580
2,1	2.663	5.326	7.988	10.651	3.994	7.988	11.982	15.977
2,8	2.098	4.195	6.293	8.391	3.147	6.293	9.440	12.586
3,5	1.665	3.330	4.995	6.660	2.497	4.995	7.492	9.989
4,2	1.335	2.670	4.005	5.340	2.002	4.005	6.007	8.010
4,9	1.076	2.152	3.228	4.304	1.614	3.228	4.842	6.456
10	245	490	734	979	367	734	1.102	1.469
15	61	122	184	245	92	184	275	367
20	15	31	46	62	23	46	69	93
30	0	0	0	0	0	0	0	0
LMFA5~LMFA6 Serie Anziehungskraft (Typ Epoxid). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFA52	LMFA53	LMFA54	LMFA62	LMFA63	LMFA64		
0	24.240	36.360	48.480	36.413	54.619	72.826		
0,7	17.951	26.927	35.903	26.966	40.450	53.933		
1,4	13.700	20.550	27.400	20.580	30.870	41.160		
2,1	10.635	15.953	21.271	15.977	23.965	31.953		
2,8	8.379	12.568	16.757	12.586	18.880	25.173		
3,5	6.650	9.975	13.300	9.989	14.984	19.979		
4,2	5.332	7.998	10.664	8.010	12.014	16.019		
4,9	4.297	6.446	8.595	6.456	9.683	12.911		
10	978	1.467	1.956	1.469	2.203	2.938		
15	244	367	489	367	551	734		
20	62	92	123	93	139	185		
30	0	0	0	0	0	0		

### 3.2.3 LMFP-Serie

- Dauerkraft/Spitzenkraft und Luftspalt: Art der Abdeckung

Abb. 3.8: LMFP Stator mit Abdeckung Diagramm zum Verhältnis aus Dauerkraft-Luftspalt

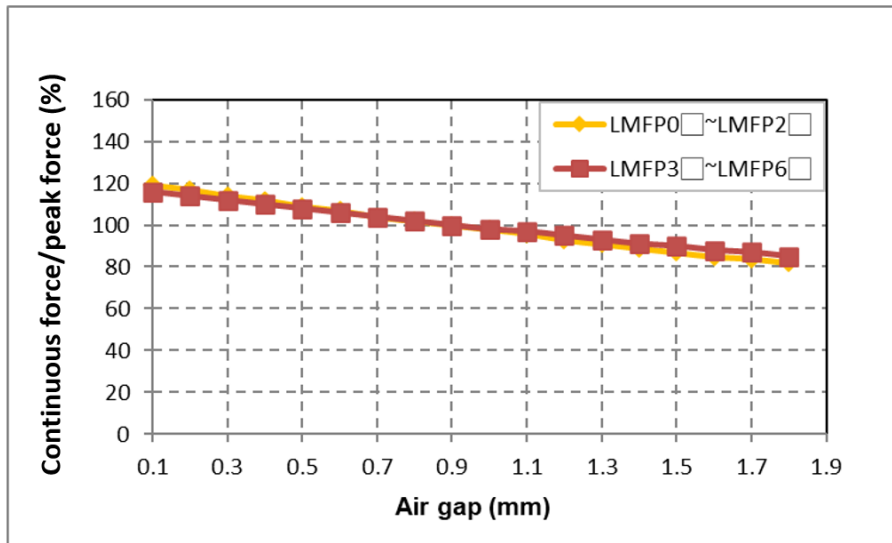


Tabelle 3.9: LMFP Stator mit Abdeckung Vergleichstabelle Dauerkraft-Luftspalt

Serie LMFP Dauerkraft/Spitzenkraft (mit Abdeckung). Einheit: %		
Luftspalt (mm)	LMFP0~LMFP2	LMFP3~LMFP6
0,1	119	116
0,2	117	114
0,3	114	112
0,4	112	110
0,5	109	108
0,6	107	106
0,7	104	104
0,8	102	102
0,9	100	100
1,0	98	98
1,1	96	97
1,2	93	95
1,3	91	93
1,4	89	91
1,5	87	90
1,6	85	88
1,7	84	87
1,8	82	85

○ Dauerkraft und Luftspalt: Epoxid-Typ

Abb. 3.9: LMFP-Stator Epoxid Diagramm Verhältnis Dauerkraft-Luftspalt

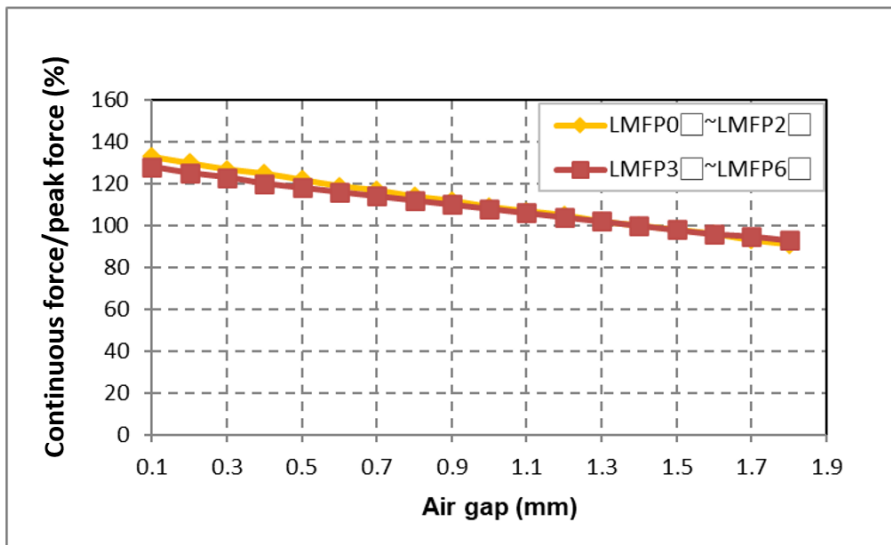


Tabelle 3.10: LMFP-Stator Epoxid Vergleichstabelle Dauerkraft-Luftspalt

LMFP-Serie Dauerkraft/Spitzenkraft (Typ Epoxid). Einheit: %		
Luftspalt (mm)	LMFP0~LMFP2	LMFP3~LMFP6
0,1	133	128
0,2	130	125
0,3	127	123
0,4	125	120
0,5	122	118
0,6	119	116
0,7	117	114
0,8	114	112
0,9	112	110
1,0	109	108
1,1	107	106
1,2	105	104
1,3	102	102
1,4	100	100
1,5	98	98
1,6	96	96
1,7	93	95
1,8	91	93

○ Anziehungskraft und Luftspalt: Art der Abdeckung

Abb. 3.10: Diagramm zum Verhältnis Anziehungskraft-Luftspalt des LMFP-Stators

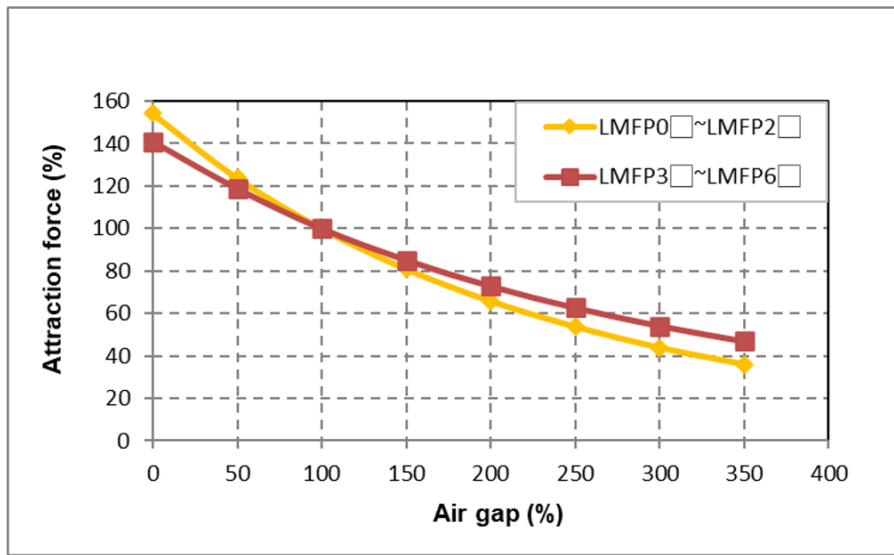


Tabelle 3.11: LMFP0~2 Stator mit Abdeckung Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

LMFP0~2 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N											
Luftspalt (mm)	LMFP01	LMFP02	LMFP03	LMFP11	LMFP12	LMFP13	LMFP14	LMFP21	LMFP22	LMFP23	LMFP24
0	641	1.282	1.925	1.174	2.348	3.523	4.697	1.766	3.533	5.299	7.065
0,45	515	1.030	1.546	943	1.886	2.829	3.772	1.418	2.837	4.255	5.674
0,90	416	832	1.249	762	1.523	2.285	3.047	1.146	2.291	3.437	4.583
1,35	337	673	1.011	617	1.233	1.850	2.466	927	1.855	2.782	3.710
1,80	274	548	822	501	1.003	1.504	2.006	754	1.508	2.263	3.017
2,25	224	448	672	410	820	1.230	1.639	616	1.233	1.849	2.466
2,70	183	365	548	335	669	1.004	1.338	503	1.007	1.510	2.013
3,15	150	300	450	275	549	824	1.099	413	827	1.240	1.653
5	67	134	201	122	245	367	490	184	368	552	737
10	8	16	24	15	29	44	58	22	44	65	87
15	1	2	3	2	4	5	7	3	5	8	11
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.12: LMFP3~6 Stator mit Abdeckung Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

LMFP3~LMFP4 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	4.404	8.808	13.213	17.617	6.606	13.213	19.819	26.425
0,45	3.710	7.419	11.129	14.839	5.565	11.129	16.694	22.258
0,90	3.121	6.243	9.364	12.485	4.682	9.364	14.046	18.728
1,35	2.656	5.313	7.969	10.625	3.984	7.969	11.953	15.938
1,80	2.273	4.546	6.819	9.092	3.409	6.819	10.228	13.638
2,25	1.955	3.910	5.864	7.819	2.932	5.864	8.797	11.729
2,70	1.687	3.374	5.061	6.748	2.531	5.061	7.592	10.123
3,15	1.461	2.922	4.383	5.845	2.192	4.383	6.575	8.767
5	828	1.657	2.485	3.313	1.243	2.485	3.728	4.970
10	196	393	589	786	295	589	884	1.179
15	50	99	149	198	74	149	223	297
20	12	24	37	49	18	37	55	73
LMFP5~LMFP6 Serie Anziehungskraft (mit Abdeckung). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	17.591	26.387	35.183	26.425	39.638	52.851		
0,45	14.814	22.226	29.635	22.258	33.388	44.517		
0,90	12.467	18.701	24.934	18.728	28.092	37.456		
1,35	10.610	15.914	21.219	15.938	23.906	31.875		
1,80	9.079	13.618	18.157	13.638	20.457	27.276		
2,25	7.808	11.712	15.616	11.729	17.593	23.458		
2,70	6.739	10.108	13.477	10.123	15.184	20.245		
3,15	5.836	8.754	11.672	8.767	13.150	17.534		
5	3.309	4.963	6.617	4.970	7.455	9.940		
10	785	1.177	1.569	1.179	1.768	2.357		
15	198	297	396	297	446	595		
20	49	73	97	73	110	146		



○ Anziehungskraft und Luftspalt: Epoxid-Typ

Abb. 3.11: Diagramm zum Verhältnis aus Anziehungskraft-Luftspalt des LMFP-Stators Epoxid

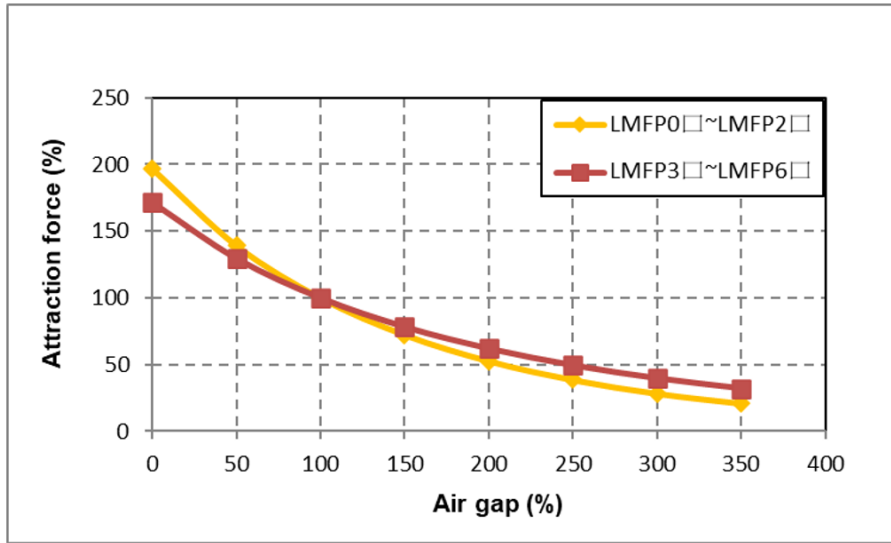


Tabelle 3.13: Typ Epoxid LMFP0~2 Vergleichstabelle Stator-Anziehungskraft-Luftspalt

Serie LMFP0~2~LMFP24 Anziehungskraft (Typ Epoxid). Einheit: N											
Luftspalt (mm)	LMFP01	LMFP02	LMFP03	LMFP11	LMFP12	LMFP13	LMFP14	LMFP21	LMFP22	LMFP23	LMFP24
0	818	1.637	2.457	1.499	2.996	4.495	5.994	2.255	4.507	6.762	9.016
0,7	579	1.158	1.739	1.061	2.120	3.181	4.242	1.595	3.189	4.785	6.380
1,4	416	832	1.249	762	1.523	2.285	3.047	1.146	2.291	3.437	4.583
2,1	301	603	905	552	1.103	1.655	2.207	830	1.659	2.489	3.319
2,8	220	439	660	402	804	1.207	1.609	605	1.210	1.815	2.420
3,5	161	322	483	295	589	884	1.179	443	886	1.330	1.773
4,2	119	237	356	217	434	651	868	327	653	979	1.306
4,9	88	175	263	160	321	481	641	241	482	723	965
10	10	21	31	19	38	57	76	28	57	85	114
15	2	3	5	3	6	9	12	4	9	13	18
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabelle 3.14: LMFP3~6 Typ Epoxid Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

Serie LMFP3~LMFP4 Anziehungskraft (Typ Epoxid). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFP31	LMFP32	LMFP33	LMFP34	LMFP41	LMFP42	LMFP43	LMFP44
0	5.355	10.713	16.068	21.424	8.034	16.068	24.102	32.136
0,7	4.044	8.089	12.133	16.177	6.067	12.133	18.200	24.266
1,4	3.121	6.243	9.364	12.485	4.682	9.364	14.046	18.728
2,1	2.444	4.888	7.332	9.776	3.666	7.332	10.998	14.664
2,8	1.936	3.872	5.807	7.743	2.904	5.807	8.711	11.615
3,5	1.545	3.091	4.636	6.181	2.318	4.636	6.954	9.272
4,2	1.241	2.483	3.725	4.966	1.862	3.725	5,587	7.450
4,9	1.004	2.009	3.013	4.017	1.506	3.013	4.519	6.026
10	974	1.949	2.923	3.898	1.462	2.923	4.385	5.847
15	230	460	689	919	345	689	1.034	1.379
20	57	114	171	228	85	171	256	342
30	15	30	45	60	22	45	67	90
Serie LMFP5~LMFP6 Anziehungskraft (Typ Epoxid). Einheit: N								
Luftspalt (mm)	LMFP52	LMFP53	LMFP54	LMFP62	LMFP63	LMFP64		
0	21.393	32.090	42.786	32.136	448.205	64.273		
0,7	16.154	24.231	32.307	24.266	36.399	48.532		
1,4	12.467	18.701	24.934	18.728	28.092	37.456		
2,1	9.762	14.643	19.523	14.664	21.996	29.328		
2,8	7.732	11.598	15.463	11.615	17.422	23.229		
3,5	6.172	9.258	12.344	9.272	13.907	18.543		
4,2	4.959	7.439	9.918	7.450	11.175	14.899		
4,9	4.011	6.017	8.023	6.026	9.039	12.052		
10	3.892	5.838	7.784	5.847	8.770	11.693		
15	918	1.377	1.836	1.379	2.068	2.758		
20	228	341	455	342	513	684		
30	60	90	119	90	135	179		

### 3.2.4 LMSC-Serie

○ Anziehungskraft und Luftspalt

Abb. 3.12: Diagramm zum Verhältnis aus Anziehungskraft-Luftspalt des LMSC

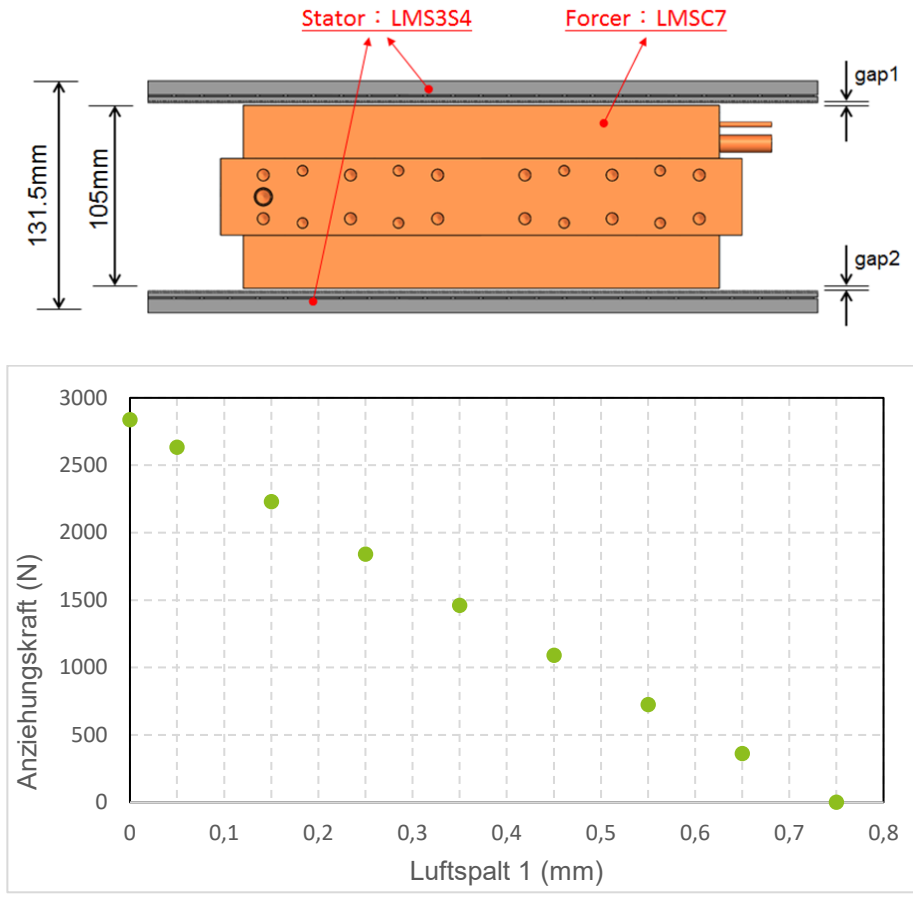


Tabelle 3.15: LMSC Vergleichstabelle Anziehungskraft-Luftspalt

Serie	LMSC7(L) (WC)									
	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	
Luftspalt 1 (mm)	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	
Luftspalt 2 (mm)	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	0,75	
Anziehungskraft (N)	2.838	2.633	2.230	1.840	1.464	1.090	724	361	0	

### 3.3 Umgebungstemperatur und Dauerkraft

Die Dauerkraft der HIWIN-Linearmotoren wird auf der Grundlage der maximalen Wicklungstemperatur definiert, die diese Motoren bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C erreichen. Wenn die Umgebungstemperatur im Betrieb 25 °C überschreitet, verringert sich die vom Motor erreichbare Dauerkraft. Die Dauerkraft, die bei verschiedenen Umgebungstemperaturen erreicht werden kann, ohne dass der Motor die maximale Wicklungstemperatur überschreitet, lässt sich anhand der folgenden Formel berechnen.

$$\frac{T_{\max} - T_{\text{amb}}}{T_{\max} - T_0} = \frac{F_x^2}{F_C^2}$$

$T_{\max}$ : Maximale Wicklungstemperatur (Katalogwert) [°C]

$T_{\text{amb}}$ : Umgebungstemperatur [°C]

$T_0$ : Motor-Ausgangstemperatur [°C], Wasserkühlung  $T_0 = 20$  °C, natürliche Kühlung  $T_0 = 25$  °C

$F_C$ : Dauerkraft (Katalogwert) [N]

$F_x$ : Erreichbare Dauerkraft bei verschiedenen Umgebungstemperaturen [N]

Die Beziehung zwischen den verschiedenen Umgebungstemperaturen und der erreichbaren Dauerkraft ist unter [Abb. 3.13](#) dargestellt [Abb. 3.14](#)

Abb. 3.13: Diagramm des Verhältnisses zwischen Umgebungstemperatur und Dauerkraft mit natürlich gekühltem Motor

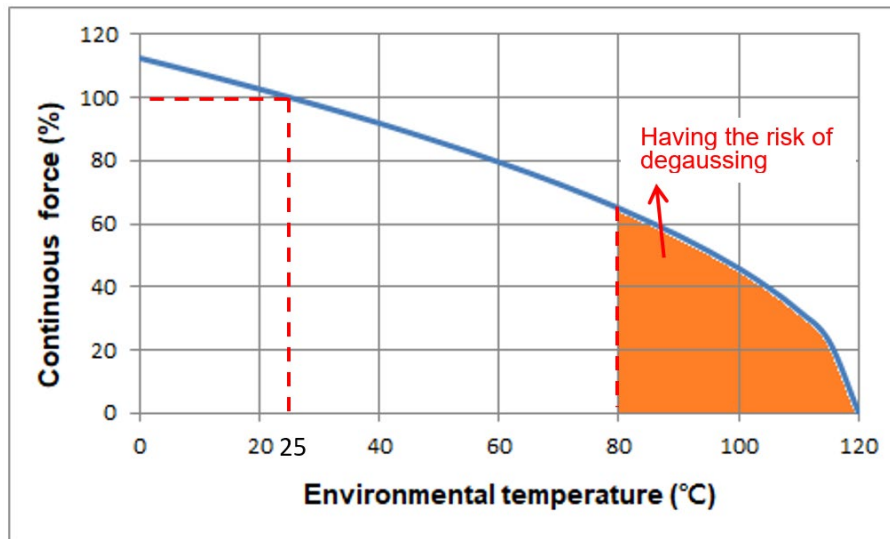
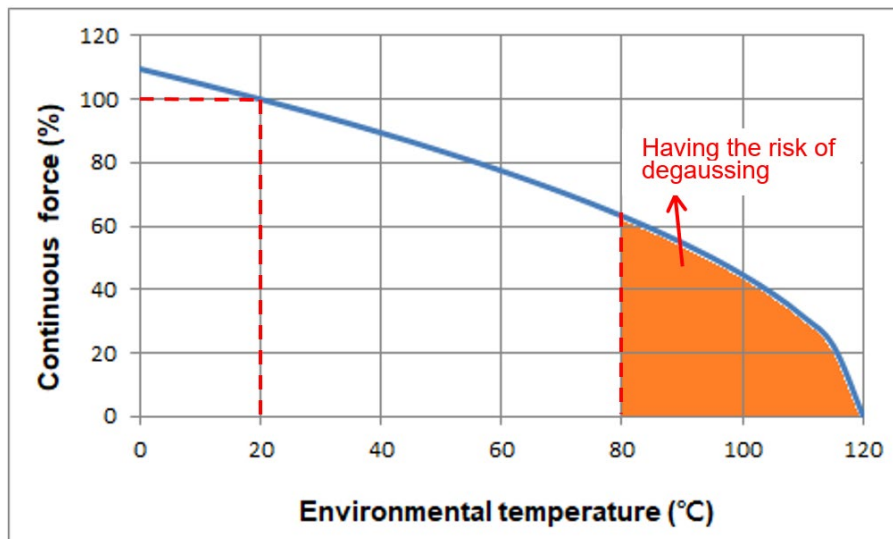


Abb. 3.14: Diagramm der Beziehung zwischen Umgebungstemperatur und Dauerkraft bei wassergekühltem Motor



### 3.4 Berechnung der Motorwärme

#### 3.4.1 Wärmeverluste des Motors

Bei der Umwandlung von elektrischer Energie in kinetische Energie eines Motors treten zwangsläufig auch Kupferverluste, Eisenverluste und mechanische Verluste auf, wobei sich Kupferverluste auf den Verlust beziehen, der durch den Widerstand beim Durchgang des Stroms durch die Motorforcer-Spule verursacht wird; Eisenverluste werden durch die Umwandlung des Magnetfelds zwischen dem Forcer- und dem Statormagneten verursacht; und mechanische Verluste sind im Allgemeinen weitaus geringer als die Kupfer- und Eisenverluste, so dass sie außer Acht werden können.

Die Methode zur Berechnung des Kupferverlustes bei kontinuierlicher Kraft ist:

$$P_C = \frac{3}{2} \times R_{25} \times \{1 + [0,00393 \times (T_{\max} - 25)]\} \times I_C^2$$

$P_C$ : Kupferverlust bei einer Spulentemperatur von  $T_{\max}$  [W]

$R_{25}$ : Leitungswiderstand bei einer Spulentemperatur von 25°C [Ω]

$I_C$ : Dauerstrom bei einer Spulentemperatur von  $T_{\max}$   $A_{\text{eff}}$

$T_{\max}$ : Maximale Wicklungstemperatur [°C] (siehe Katalog der jeweiligen Motorenserie)

Der Wärmeverlust wird hauptsächlich durch Wärmeleitung auf die Motoroberfläche übertragen. Bei der natürlichen Luftkühlung wird die Verlustwärme durch Wärmekonvektion von der Motoroberfläche, die mit der Luft in Berührung kommt, an die äußere Umgebung abgegeben, und die Wärme wird durch Wärmestrahlung und Wärmeleitung von der bauseitigen Installationsoberfläche weiter abgeführt. Bei einem Beispiel für Wasserkühlung nutzt die Wärmeverlustquelle die Wärmeleitung, um die Wärme von der Wärmequelle auf das Kühlwasser zu übertragen, und da Kühlwasser einen viel höheren Wärmekonvektionskoeffizienten als Luft hat, kann der Effekt der Wärmeübertragung von der Wärmequelle auf die Luft durch Konvektion weggelassen werden. Die Motoren der Serie LMFA können mit Wasser- oder Luftkühlung betrieben werden. Bitte stellen Sie sicher, dass die verwendeten Parameter mit den in der Spezifikation angegebenen übereinstimmen, und beachten Sie bitte auch, dass die maximale Wicklungstemperatur 120 °C nicht überschreiten darf.

#### 3.4.2 Temperatur beim Dauerbetrieb

Die Beharrungstemperatur der Motorwicklung wird auf der Grundlage des Verhältnisses von Kupfer- und Eisenverlusten definiert. Bei Verwendung eines Linearmotors kann der Eisenverlust außer Acht gelassen werden. Der Gesamtverlust des Motors und die Nenn-Dauerkraft ( $F_e$ ) sind beide in Abhängigkeit von der im Katalog angegebenen maximalen Wicklungstemperatur definiert. Wenn eine äquivalente Schubkraft ( $F_e$ ) kleiner ist als die Nenn-Dauerkraft ( $F_C$ ), können die stationären Temperaturen der Motorwicklung unter verschiedenen Betriebsbedingungen mit der folgenden Formel berechnet werden.

Wenn der Betriebsstrom niedriger ist als der Nennstrom ( $I_e \leq I_C$ ), ist die Beziehung zwischen Temperatur und Schubkraft

$$T_e = T_{\text{amb}} + \left(\frac{F_e}{F_C}\right)^2 \times (T_{\max} - 25)$$

$T_e$ : Temperatur der Spule im stationären Zustand bei äquivalenter Schubkraft [°C]

$T_{\text{amb}}$ : Umgebungstemperatur [°C]

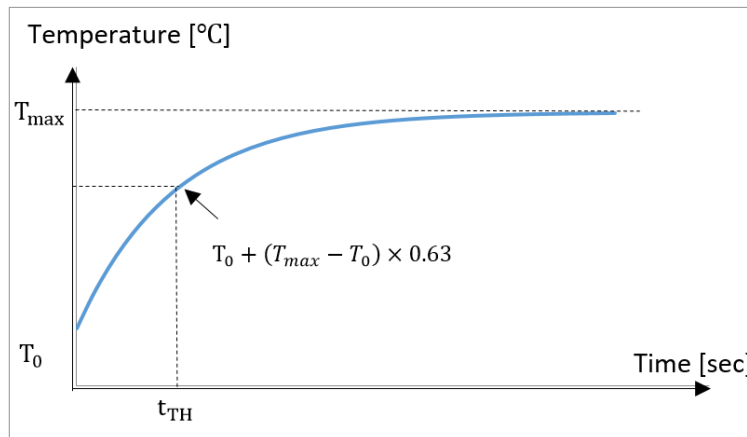
$F_e$ : Äquivalente Schubkraft im tatsächlichen Betrieb [N] (wenn die Spulentemperatur  $T_e$  ist)

$F_C$ : Dauerhafte Nennkraft [N] (wenn die Spulentemperatur  $T_{\max}$  ist)

### 3.4.3 Thermische Zeitkonstante

Während des Betriebsprozesses eines Motors hängt die Temperatur seiner Spule mit der thermischen Zeitkonstante zusammen. Die thermische Zeitkonstante ist definiert als die Zeit (siehe Abb. 3.15), in der die Temperaturdifferenz zwischen der Anfangstemperatur der Spule  $T_0$  und der maximalen Wicklungstemperatur  $T_{max}$  63 % beträgt. Die Zeit, die der Motor benötigt, um den stationären Zustand zu erreichen, beträgt etwa das 5-fache der thermischen Zeitkonstante  $t_{TH}$ .

Abb. 3.15: Kurve des Motortemperaturanstiegs



Die Gleichung zwischen der thermischen Zeitkonstante und der Temperatur lautet

$$T(t) = T_0 + (T_{max} - T_0) \times \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{t_{TH}}\right)}\right)$$

$T(t)$ : Spulentemperatur [°C] (bei Betriebszeit  $t$ )

$T_0$ : Anfangstemperatur der Spule [°C]

$T_{max}$ : Maximale Wicklungstemperatur [°C]

$t_{TH}$ : Thermische Zeitkonstante [sec] (siehe Katalog für jede Motorenserie)

$t$ : Betriebszeit [sec]

Wenn der Betriebsstrom zwischen dem Nennstrom und dem Spitzenstrom liegt ( $I_c < I_e < I_p$ ), ist es notwendig, eine Leerlaufzeit einzurichten, damit der Motor abkühlen kann. Darüber hinaus kann die oben erwähnte thermische Zeitkonstante zur Berechnung der für den Belastungszyklus erforderlichen Zeit verwendet werden. Zunächst wird gemäß Abschnitt 3.4.3 die äquivalente Schubkraft des tatsächlichen Betriebs ( $F_e$ ) verwendet, um den Wert der Beharrungstemperatur der Spule ( $T_e$ ) unter der äquivalenten Schubkraft zu erhalten, woraufhin die folgende Gleichung verwendet wird, um die relative maximale Betriebszeit zu erhalten.

Die Gleichung für die Beharrungstemperatur der Spule ( $T_e$ ) unter der äquivalenten Schubkraft und der maximalen Betriebszeit lautet

$$t = -t_{TH} \times \ln\left(1 - \frac{T_e - T_0}{T_{max} - T_0}\right)$$

$t$ : Maximale Betriebszeit [sec]

**Hinweis:**

Die Spulentemperatur ( $T_e$ ) des hier beschriebenen äquivalenten Stroms darf die im Katalog angegebene maximale Wicklungstemperatur ( $T_{max}$ ) nicht überschreiten.

### 3.5 Auslegung des Kühlsystems

**⚠ Warnung!** Gefahr durch die Betriebstemperatur.

Bei unsachgemäßem Betrieb und im Falle einer Störung kann der Motor überhitzen und Feuer und Rauch verursachen. Dies kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen. Außerdem zerstören zu hohe Temperaturen die Motorkomponenten und führen zu vermehrten Ausfällen sowie zu einer kürzeren Lebensdauer der Motoren

- ▶ Betreiben Sie den Motor gemäß den entsprechenden Spezifikationen.
- ▶ Lassen Sie den Forcer ausreichend abkühlen (bei einer Raumtemperatur von 25 °C), bevor Sie mit dem Produkt arbeiten, um Verbrennungen zu vermeiden.
- ▶ Wenn Sie einen ungewöhnlichen Geruch, Geräusche, Rauch oder Vibrationen wahrnehmen, schalten Sie das Gerät bitte sofort aus.

Zur Berechnung des Motorkühlsystems werden hauptsächlich die maximal abgegebene Wärmeleistung des Motors, die Mindestdurchflussmenge des Kühlmittels, die Druckdifferenz zwischen Kühlmiteleinlass und -auslass sowie die Temperaturdifferenz zwischen Kühlmiteleinlass und -auslass herangezogen. Während des Betriebs kann der Motor durch die Auslegung und Auswahl eines Kühlsystems entsprechend den Katalogwerten eine optimale Leistung erzielen. Wenn die äquivalente Schubkraft des Motors im tatsächlichen Betrieb geringer ist als die im Katalog angegebene Dauerkraft, kann unter der Bedingung, dass der Motor bei einer höheren Temperatur betrieben werden darf (die maximale Wicklungstemperatur von 120 °C darf jedoch nicht überschritten werden), der Kühlmitteldurchfluss verringert werden, um einen übermäßigen Verbrauch an Pumpenarbeit zu vermeiden. Die Abkühlungsbedingungen können entsprechend der folgenden Formel angepasst werden.

Die folgende Formel kann verwendet werden, um die Randbedingungen für das Wasserkühlsystem entsprechend den unterschiedlichen Motorverlusten anzupassen: Unter den Betriebsbedingungen des Benutzers, bei denen die äquivalente Schubkraft kleiner ist als die Dauerkraft ( $F_e < F_c$ ), kann zur Bestimmung des Kühlmitteldurchflusses, der kundenseitig eingestellt werden muss, die folgende Gleichung verwendet werden, um den der äquivalenten Schubkraft entsprechenden Kühlmitteldurchfluss zu ermitteln.

$$Q_{P,H,e} = \frac{Q_{P,H,MAX}}{(F_c/F_e)^2}$$

$$Q_{P,H,e} = 69,7 \times q_e \times \Delta T$$

wobei

$Q_{P,H,e}$ : Gesamtverlust des Motors unter der äquivalenten Schubkraft [W]

$Q_{P,H,MAX}$ : Maximale abgegebene Wärmeleistung [W]

$\Delta T$ : Temperaturunterschied zwischen Einlass und Auslass [°C]

$q_e$ : Durchflussmenge des Kühlmittels unter der äquivalenten Schubkraft [l/min]

$F_c$ : Dauerkraft (Katalogwert) [N]

$F_e$ : Äquivalente Schubkraft des tatsächlichen Betriebs [N]

Die Beziehung zwischen dem Kühlmitteldurchfluss und der Temperaturdifferenz zwischen Einlass und Auslass ist in [Abb. 3.16](#) dargestellt, und die Beziehung zwischen der Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass und dem Durchfluss ist in [Abb. 3.17](#) dargestellt.

Abb. 3.16: Diagramm zum Verhältnis von Kühlmitteldurchfluss und Temperaturdifferenz zwischen Einlass und Auslass

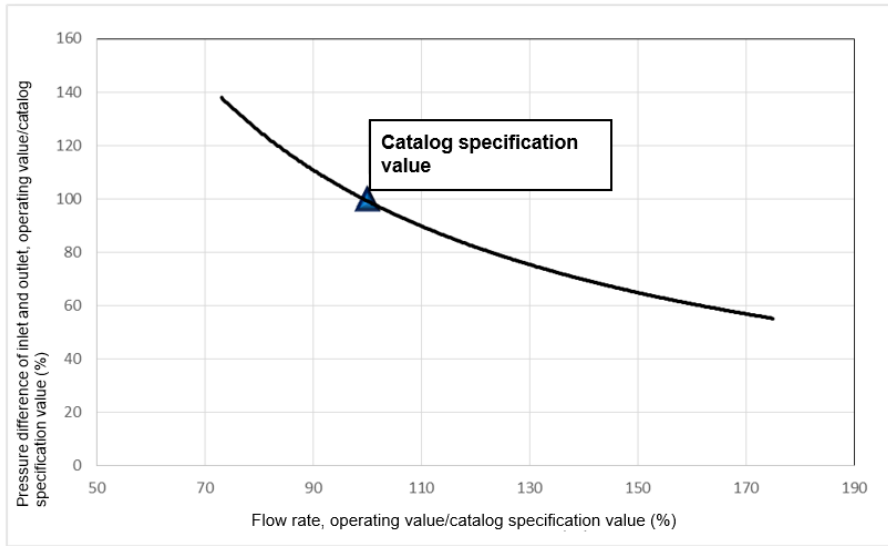
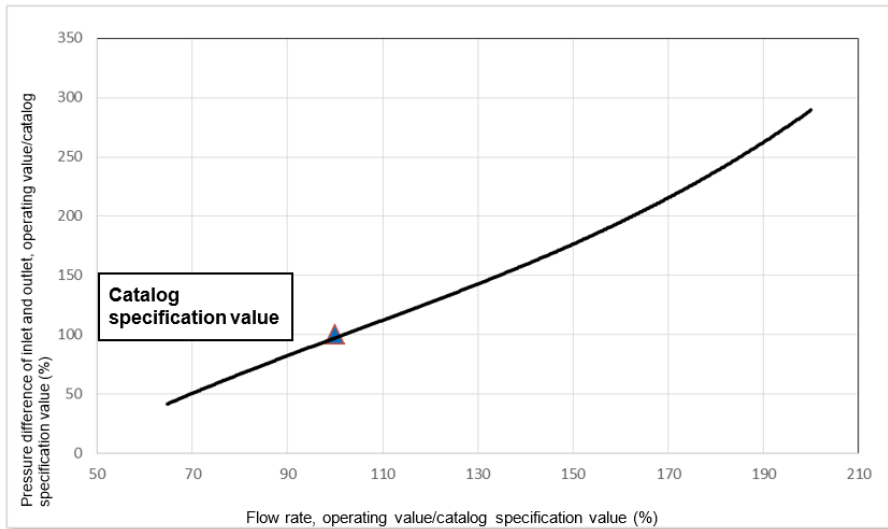


Abb. 3.17: Graphische Darstellung der Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass und der Durchflussmenge





### 3.6 Auswahl der Kältemaschine

Bei der Auswahl einer Kältemaschine geht es neben der Berücksichtigung des Einsatzbereiches der Stromquelle und des Kühlmittels vor allem um die Auswahl der Kühlleistung und des Durchflusses. Es wird empfohlen, eine Kältemaschine zu wählen, die dem Motor die maximale Leistung gemäß Katalogwert ermöglicht, oder den Berechnungswert des Kühlsystems, der in Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebene Kühlsystem kann als Referenz für die Auswahl verwendet werden.

#### 3.6.1 Auswahl der Kühlleistung

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel. Wenn zwei Linearmotoren des Typs LMFA31 verwendet werden und die in der Katalogspezifikation angegebene **maximale Wärmeabgabe** 324 (W) beträgt, dann ist die Summe der maximalen Wärmeabgabe der beiden Motoren  $2 \times 324 = 648$  (W). Nehmen wir die Kältemaschine aus Tabelle 3.6-1 als Beispiel, so beträgt die Kühlleistung bei 50 Hz 980 (W), was größer ist als die gesamte maximal abgegebene Wärmeleistung von 648 W. Somit ist die Kältemaschine für die Anwendung geeignet.

Kühlleistung	KCAL/H 50/60 Hz	450/500	840/1.000	1.400/1.500	1.700/2.100	2.600/3.000	3.200/3.800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1,170	1.630/1.750	1.980/2.450	2.900/3.500	3.700/4.400
	BTU/H 50/60 Hz	1.800/2.000	3.360/4.000	5.600/6.000	6.800/8.400	10.000/12.000	12.800/15.200
Temperaturregelung	A	Vom Typ feststehend (Einstellbereich von 10 ~ 40 °C)					
	B	Temperaturdifferenztyp/vom Typ Nachverfolgung der Maschinenkörpertemperatur, Einstellbereich von ~10 ~ +10 °C)					
Nutzungsbereich	Raumtemperatur	10 ~ 40 °C					
	Öltemperatur	10 ~ 30 °C					
Leistung		3ϕ 200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompressor	460			740	1.135	1.450
	Lüfter	56	50	95		180	
	Pumpe	120	750				
Pumpendurchfluss (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

Spezifikation der LMFA3-Serie	Symbol	Einheit	LMFA31	LMFA31L
Dauerkraft	$F_c$	N	380	380
Dauerstrom	$I_c$	$A_{eff}$	3,1	4,6
Dauerkraft (WC)	$F_c (wc)$	N	759	759
Dauerstrom (WC)	$I_c (wc)$	$A_{eff}$	6,2	9,1
Spitzenkraft (1 Sekunde)	$F_p$	N	1.750	1.750
Spitzenstrom (1 Sekunde)	$I_p$	$A_{eff}$	19,2	28,3
Kraftkonstante	$K_f$	N/A (eff - Effektivwert)	122,7	83,1
Anziehungskraft	$F_a$	N	3.430	3.430
Maximale Wicklungstemperatur	$T_{max}$	°C		
Elektrische Zeitkonstante	$K_e$	ms	11,3	11,4
Widerstand (Leitung zu Leitung, 25 °C)	$R_{25}$	$\Omega$	4,3	1,9
Widerstand (Leitung zu Leitung, 120 °C)	$R_{120}$	$\Omega$	5,6	2,6
Induktivität (Leitung-zu-Leitung)	L	mH	48,3	22,2
Abstand der Polpaare	$2\tau$	mm		
Zurück-EMF-Konstante (Leitung-zu-Leitung)	$K_v$	$V_{eff} (m/s)$	70,9	48,0
Motorkonstante (25 °C)	$K_m$	N/ $\sqrt{W}$	48,4	48,7
Thermischer Widerstand	$R_{th}$	°C/W	1,17	1,19
Thermischer Widerstand (WC)	$R_{th} (wc)$	°C/W	0,29	0,30
Minstdurchflussmenge	-	l/min	4,0	4,0
Temperatur des Kühlwassers	-	°C		
Schalter Thermosensor	-			
Höchstgeschwindigkeit der Spitzenkraft	$V_{max}, F_{max}$	m/s	4,08	6,19
Maximale Ausgangsleistung	PEL, MAX	W	10.255	13.910
Maximale abgegebene Wärmeleistung	QP, H, MAX	W	324	320
Drehmoment des blockierten Rotors (Wasserkühlung)	$F_e$	N	531	531
Stillstandsstrom (Wasserkühlung)	$I_0$	$A_{eff}$	4,3	6,4

Tabelle 3.16: Auswahl der Leistung der Kältemaschine

Kühlleistung	KCAL/H 50/60 Hz	450/500	840/1.000	1.400/1.500	1.700/2.100	2.600/3.000	3.200/3.800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1,170	1.630/1.750	1.980/2.450	2.900/3.500	3.700/4.400
	BTU/H 50/60 Hz	1.800/2.000	3.360/4.000	5.600/6.000	6.800/8.400	10.000/12.000	12.800/15.200
Temperaturregelung	A	Vom Typ feststehend (Einstellbereich von 10 ~ 40°C)					
	B	Temperaturdifferenztyp/vom Typ Nachverfolgung der Maschinenkörpertemperatur, Einstellbereich von ~10 ~ +10°C)					
Nutzungsbereich	Raumtemperatur	10 ~ 40 °C					
	Öltemperatur	10 ~ 30 °C					
Leistung		3ϕ 200~230ϕ200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompressor	460			740	1.135	1.450
	Lüfter	56	50	95		180	
	Pumpe	120	750				
Pumpendurchfluss (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

### 3.6.2 Auswahl der Durchflussmenge

Wenn die Kältemaschine unter der gewählten Frequenz (50/60 Hz) läuft, muss der Pumpendurchfluss größer sein als die Summe des Mindestdurchflusses des Motors, und der durch den Pumpendurchfluss erzeugte Druck muss größer sein als die Summe des Druckabfalls des internen Kühlkreislaufs des Motors. Wenn der Kühlkreislauf eines großen Geräts länger ist, muss der Druckabfall berücksichtigt werden, der durch den Widerstand der Kreislaufleitung verursacht wird.

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel. Wenn zwei Linearmotoren des Typs LMFA31 verwendet werden und der in der Katalogspezifikation angegebene **Mindestdurchfluss** 4,0 (l/min) beträgt, dann ist die Summe des Mindestdurchflusses der beiden Motoren  $2 \times 4,0 = 8,0$  (l/min). Am Beispiel der Kältemaschine von [Tabelle 3.16](#) beträgt der Pumpendurchfluss bei 50 Hz 40 (l/min), was größer ist als der Mindestdurchfluss des Motors von 8,0 (l/min).

Spezifikation der LMFA3-Serie	Symbol	Einheit	LMFA31	LMFA31L
Dauerkraft	$F_c$	N	380	380
Dauerstrom	$I_c$	$A_{\text{eff}}$	3,1	4,6
Dauerkraft (WC)	$F_c$ (wc)	N	759	759
Dauerstrom (WC)	$I_c$ (wc)	$A_{\text{eff}}$	6,2	9,1
Spitzenkraft (1 Sekunde)	$F_p$	N	1.750	1.750
Spitzenstrom (1 Sekunde)	$I_p$	$A_{\text{eff}}$	19,2	28,3
Kraftkonstante	$K_f$	N/A (eff - Effektivwert)	122,7	83,1
Anziehungskraft	$F_a$	N	3.430	3.430
Maximale Wicklungstemperatur	$T_{\text{max}}$	°C		
Elektrische Zeitkonstante	$K_e$	ms	11,3	11,4
Widerstand (Leitung zu Leitung, 25 °C)	$R_{25}$	$\Omega$	4,3	1,9
Widerstand (Leitung zu Leitung, 120 °C)	$R_{120}$	$\Omega$	5,6	2,6
Induktivität (Leitung-zu-Leitung)	L	mH	48,3	22,2
Abstand der Polpaare	$2\tau$	mm		
Zurück-EMF-Konstante (Leitung-zu-Leitung)	$K_v$	$V_{\text{eff}}$ (m/s)	70,9	48,0
Motorkonstante (25 °C)	$K_m$	N/vW	48,4	48,7
Thermischer Widerstand	$R_{\text{th}}$	°C/W	1,17	1,19
Thermischer Widerstand (WC)	$R_{\text{th}}$ (wc)	°C/W	0,29	0,30
Mindestdurchflussmenge	-	l/min	4,0	4,0
Temperatur des Kühlwassers	-	°C		
Schalter Thermosensor	-			
Höchstgeschwindigkeit der Spitzenkraft	$V_{\text{max}}, F_{\text{max}}$	m/s	4,08	6,19
Maximale Ausgangsleistung	PEL, MAX	W	10.255	13.910
Maximale abgegebene Wärmeleistung	$Q_{p, H, \text{MAX}}$	W	324	320
Drehmoment des blockierten Rotors (Wasserkühlung)	$F_e$	N	531	531
Stillstandsstrom (Wasserkühlung)	$I_0$	$A_{\text{eff}}$	4,3	6,4

Tabelle 3.16: Auswahl der Durchflussmenge der Kältemaschine

Kühlleistung	KCAL/H 50/60 Hz	450/500	840/1.000	1.400/1.500	1.700/2.100	2.600/3.000	3.200/3.800
	W 50/60 Hz	525/580	980/1.170	1.630/1.750	1.980/2.450	2.900/3.500	3.700/4.400
	BTU/H 50/60 Hz	1.800/2.000	3.360/4.000	5.600/6.000	6.800/8.400	10.000/12.000	12.800/15.200
Temperaturregung	A	Vom Typ feststehend (Einstellbereich von 10 ~ 40 °C)					
	B	Temperaturdifferenztyp/vom Typ Nachverfolgung der Maschinenkörpertemperatur, Einstellbereich von ~10 ~ +10 °C)					
Nutzungsbereich	Raumtemperatur	10 ~ 40 °C					
	Öltemperatur	10 ~ 30 °C					
Leistung		3ϕ 200~230 V 50/60 Hz					
Motor (W)	Kompressor	460			740	1.135	1.450
	Lüfter	56	50	95		180	
	Pumpe	120	750				
Pumpendurchfluss (l/min)	50 Hz	2	40				
	60 Hz	3,5	50				

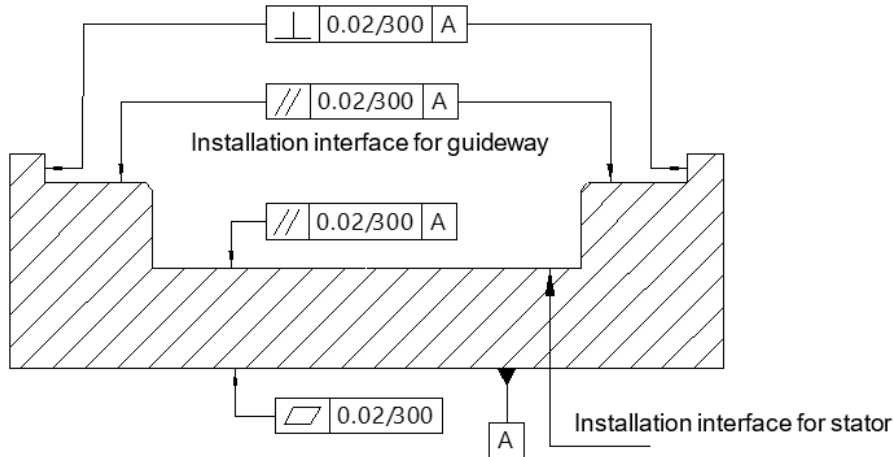
Die obigen Ausführungen beschreiben kurz die Auswahl einer Kältemaschine. Bei Fragen zur Auswahl einer Kältemaschine empfiehlt es sich, die oben genannten Informationen einem Kältemaschinenhersteller zur weiteren Beratung zur Verfügung zu stellen.

## 4 Mechanische Schnittstellen

### 4.1 Schnittstellen bei eisenbehafteten Linearmotoren

Beachten Sie das Maß des Spalts zwischen Forcer und Stator nach der Montage. Dies wirkt sich auf die Leistung und Zuverlässigkeit des Linearmotors aus. Ein gut durchdachter Positioniertisch und ein angemessener Toleranzwert verbessern die Stabilität der Produkte. Die Schnittdarstellung eines typischen Linearmotortischs und der vorgeschlagene Toleranzwert sind unten abgebildet. Die Ebenheit der Installationsschnittstelle mit dem Stator sollte 0,02 mm pro 300 mm betragen (siehe [Abb. 4.1](#)).

Abb. 4.1: Schnittdarstellung der Sockelkonstruktion



Beachten Sie nach der Montage die Gesamthöhe  $H$  und die Luftspaltmaße zwischen Forcer und Stator  $G$ , da diese die Leistung und Zuverlässigkeit des Linearmotors beeinflussen (siehe Luftspaltspezifikation der jeweiligen Motorserie). Es gibt zwei Arten von Statorn: die Ausführung mit rostfreier Abdeckung und die Version mit Epoxid.

Bei einem Linearmotor mit Eisenkern üben der Stator und der Rotor eine große magnetische Anziehungskraft aufeinander aus (siehe Linearmotor-Katalog  $F_a$  der jeweiligen Serie für den Anziehungswert). Daher müssen wir bei der Gestaltung der Montageschnittstellen von Forcer und Stator die Verformung aufgrund der Anziehungskraft berücksichtigen und berechnen, um sicherzustellen, dass die Höhe der Gesamtanordnung  $H$  und der Luftspalt zwischen Forcer und Stator  $G$  beibehalten werden kann. Sollte es durch strukturelle Verformung oder interferentielle Beschädigung von Forcer und Stator zu einem ungeeigneten Luftspalt  $G$  kommen, haftet HIWIN nicht für eine kostenlose Reparatur oder Anpassung.

### 4.1.1 Linearmotoren der Serie LMSA mit Eisenkern

Abb. 4.2: LMSA Linearmotor mit Eisenkern

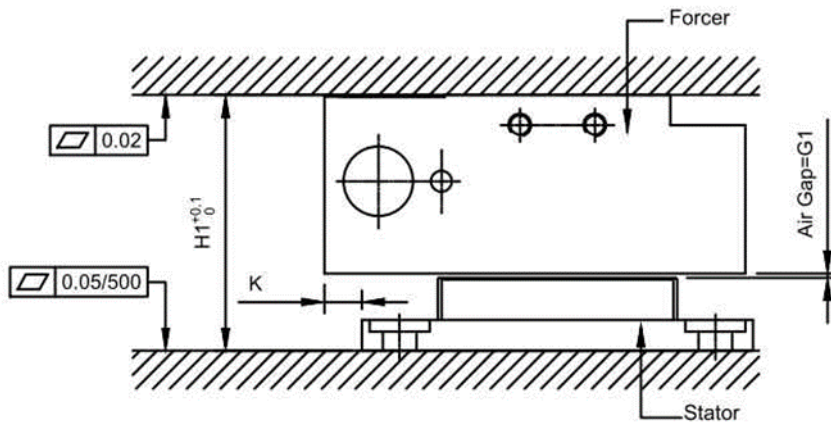


Tabelle 4.1: Abmessungen der Linearmotorbaugruppe LMSA mit Eisenkern

Modell	Abmessungen (mm)				
	H1	K	K1	G1	
				Rostfreie Abdeckung	Epoxid
LMSA1□ LMSA1□-Z	34	5	-	0,6 <sub>+0,35/-0,25</sub>	0,6 <sub>±0,25</sub>
LMSA2□ LMSA2□-Z	34	3			
LMSA3□ LMSA3□-Z	36	3			
LMSAC□	36	1,75	4,25		

### 4.1.2 LMFA wassergekühlte Linearmotoren

**Hinweis:**

- Die Einbaumaße für die Präzisionswasserkühlung sind nicht enthalten.
- Da sich das Epoxid bei Temperaturschwankungen ausdehnen oder zusammenziehen kann, wie in den folgenden Bildern zu sehen ist ( Abb. 4.3), wird empfohlen, dass die Montagefläche des LMFA Forcers der gemessenen Fläche entspricht.

Abb. 4.3: Anordnung von wassergekühlten LMFA-Linearmotoren

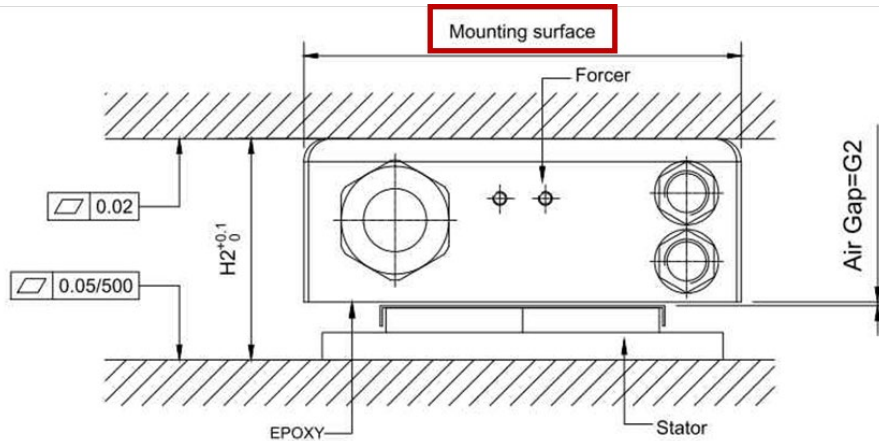


Abb. 4.4: Anordnung von wassergekühlten LMFA-Linearmotoren

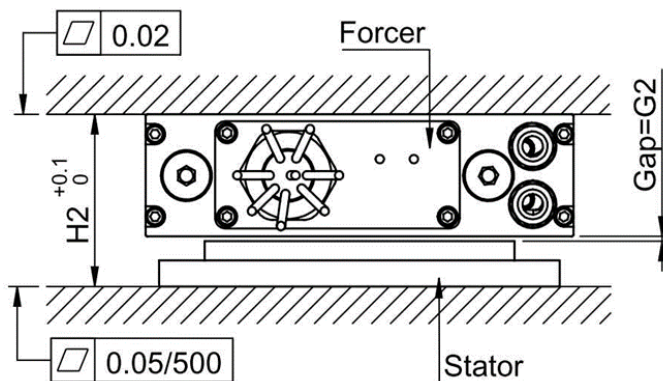


Tabelle 4.2: Abmessungen der Anordnungen von wassergekühlten Linearmotoren LMFA/LMFP

Modell	Abmessungen (mm)		
	H2	G2	
		Rostfreie Abdeckung	Epoxid
LMFA0□	48,5	0,9 ±0,2	1,4 ±0,2
LMFA1□	48,5		
LMFA2□/LMFP2□	50,5		
LMFA3□/LMFP3□	64,1		
LMFA4□/LMFP4□	66,1		
LMFA5□/LMFP5□	64,1		
LMFA6□/LMFP6□	66,1		



**Hinweis:**

Die Einbaumaße der LMFC-Präzisionswasserkühlung sind berücksichtigt.

Abb. 4.5: LMFA Präzisions-Linearmotor mit Wasserkühlung

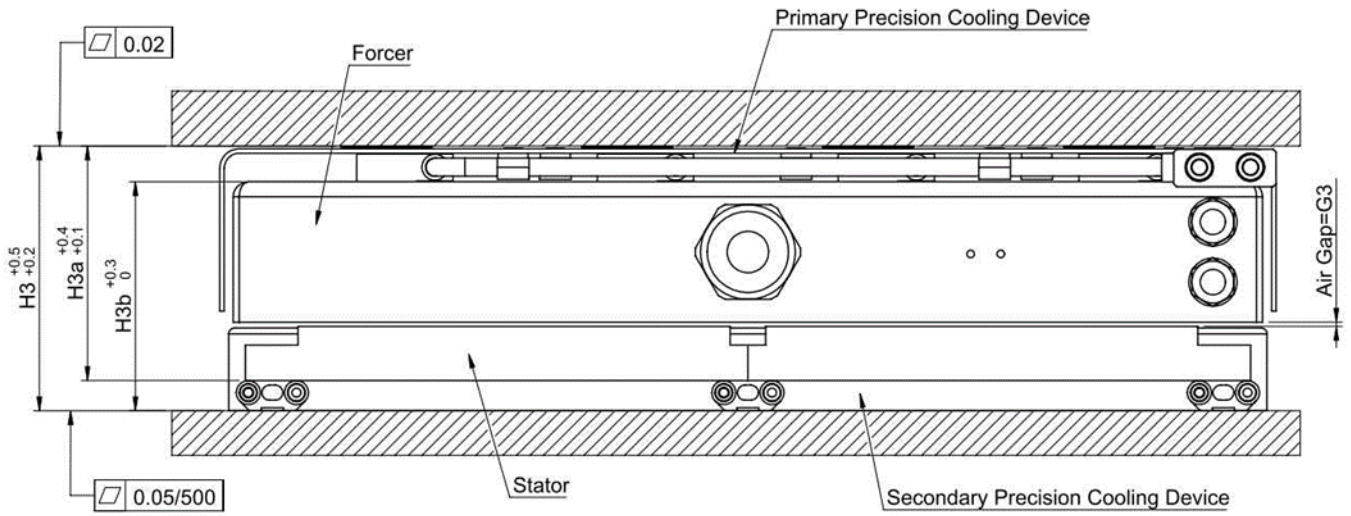


Abb. 4.6: LMFP Präzisions-Linearmotor mit Wasserkühlung

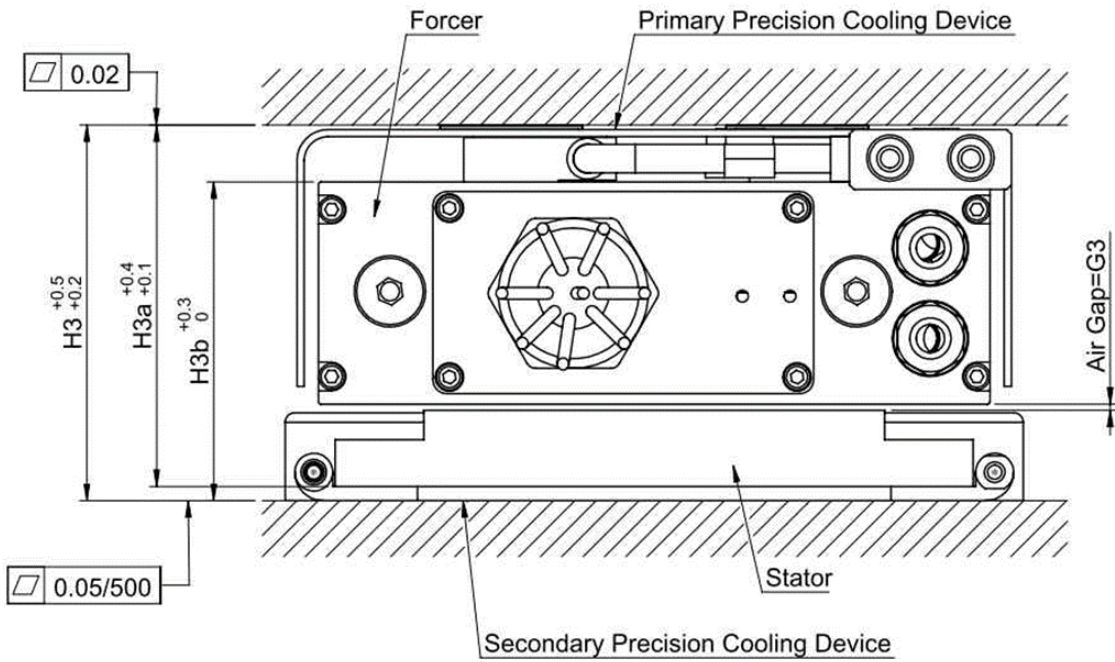


Tabelle 4.3: Abmessungen der Anordnungen von wassergekühlten Präzisions-Linearmotoren LMFA/LMFP

Modell	Abmessungen (mm)				
	H3	H3a	H3b	G3	
				Rostfreie Abdeckung	Epoxid
LMFA0□	-				
LMFA1□					
LMFA2□					
LMFA3□/LMFP3□	79,0	76	67,1	0,9 <sub>±0,5</sub>	1,4 <sub>±0,5</sub>
LMFA4□/LMFP4□	81,0	78	69,1		
LMFA5□/LMFP5□	86,0	76	74,1		
LMFA6□/LMFP6□	88,0	78	76,1		

**Hinweis:**

- H3: Enthält Forcer, Stator, Präzisionskühlsystem für den Forcer und Stator.
- H3a: Enthält Forcer, Stator und Präzisionskühlsystem für den Forcer.
- H3b: Enthält Forcer, Stator und Präzisionskühlsystem für den Stator.

### 4.1.3 Linearmotor-Serie LMSC mit doppelter Schubkraft

Abb. 4.7: LMSC Linearmotor mit doppelter Schubkraft

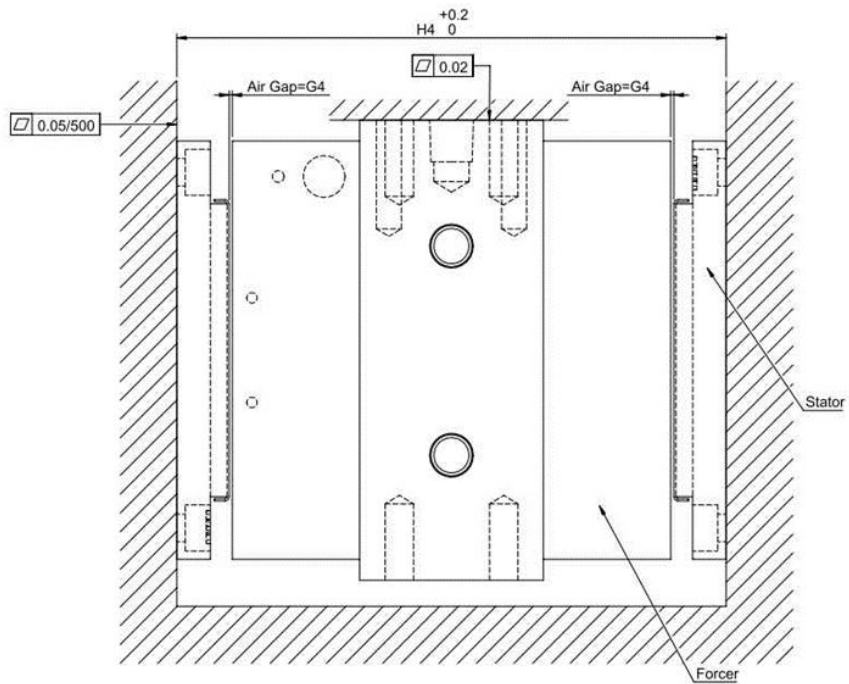


Tabelle 4.4: Abmessungen der Linearmotoranordnung LMSC mit doppelter Schubkraft

Modell	Abmessungen (mm)	
	H4	G4
LMSC7	131,5	0,75 <sup>+0,35/-0,2</sup>

### 4.1.4 LMSS-Linearmotoren mit Eisenkern

Abb. 4.8: LMSS-Linearmotor mit Eisenkern

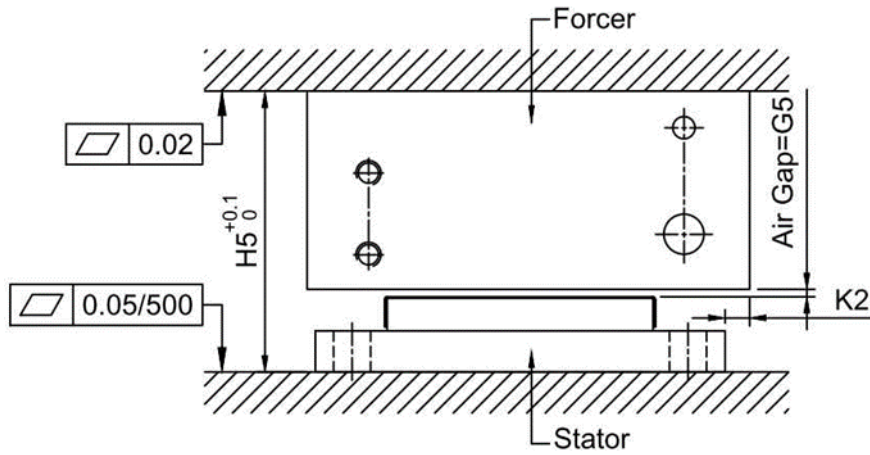


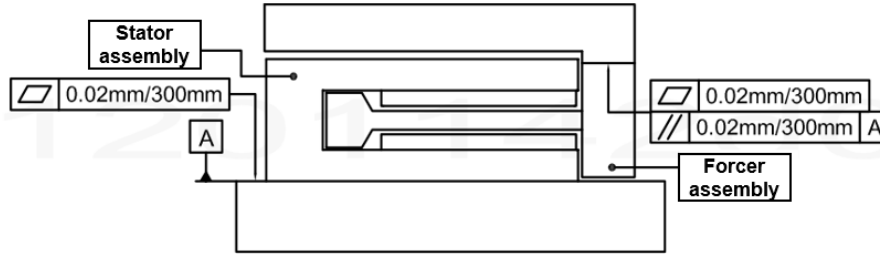
Tabelle 4.5: Abmessungen der Linearmotoranordnungen LMSS mit Eisenkern

Modell	Abmessungen (mm)		
	H5	K2	G5
LMSS11	34,3	3	0,9 <sub>+0,3/-0,35</sub>

### 4.2 Schnittstellen bei eisenlosen Linearmotoren

Für die Montagefläche (Bezugsebene A) eines eisenlosen Linearmotors, der mit einer Statoranordnung befestigt wird, beträgt die empfohlene Ebenengenauigkeit 0,02 mm/300 mm; für die Montageebene, die mit einer Forcer-Baugruppe befestigt wird, beträgt die empfohlene Ebenengenauigkeit 0,02 mm/300 mm, und sie muss parallel zur Bezugsebene A sein, und die Parallelgenauigkeit beträgt 0,02 mm/300 mm.

Abb. 4.9: Eisenlose Linearmotor-Installation Montageschnittstelle Genauigkeit



Wenn ein eisenloser Linearmotor mit der Baugruppe aus Forcer und Stator installiert wird, achten Sie bitte besonders auf die Abmessungen (H & G1 & G2 & G3) zwischen Forcer und Stator, da diese Abmessungen die Leistung und Zuverlässigkeit des Linearmotors beeinflussen können. (Für die Werte H & G1 & G2 & G3, siehe [Tabelle 4.6](#))

Abb. 4.10: Einbaumaß eisenloser Linearmotor

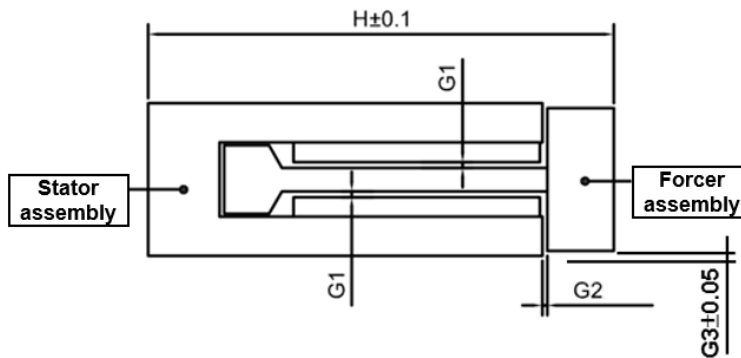


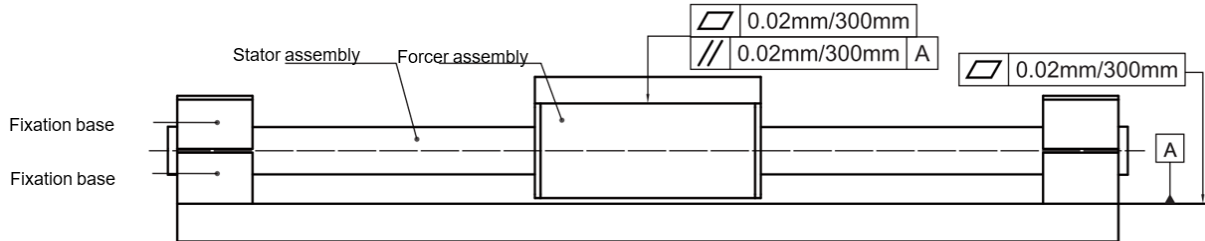
Tabelle 4.6: Abmessungen für den Einbau von eisenlosen Linearmotoren

Modell	Abmessungen (mm)			
	H	G1	G2	G3
LMCA	74,5	$\geq 0,4$	1,0	1,0
LMCB	94,5	$\geq 0,4$	1,0	1,0
LMCC	117,5	$\geq 0,4$	1,0	3,0
LMCD	105,0	$\geq 0,4$	1,2	1,0
LMCE	125,0	$\geq 0,4$	1,2	1,0
LMCF	172,0	$\geq 0,4$	1,2	2,3
LMC-EFC	68,5	$\geq 0,4$	1,3	0,35
LMC-EFE	93,0	$\geq 0,4$	1,3	0,35
LMC-EFF	122,0	$\geq 0,4$	1,4	0,50
LMC-HUB	53,0	$\geq 0,4$	0,5	0,65

### 4.3 Schnittstellen bei Spindel-Linearmotoren (LMT)

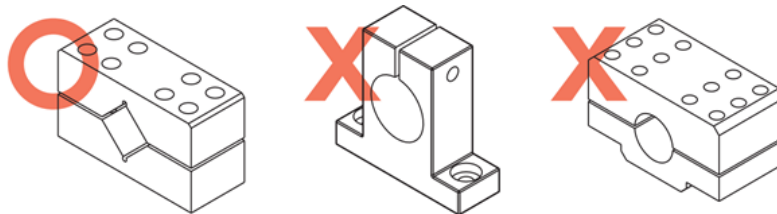
Für die Montagefläche des Befestigungssockels (Bezugsebene A), der unter der Statorbaugruppe befestigt wird, beträgt die empfohlene Genauigkeit der Ebene 0,02 mm/300 mm. Für die Montagefläche, mit der die Antriebsverstärkerbaugruppe befestigt wird, beträgt die empfohlene Genauigkeit der Ebene 0,02 mm/300 mm, und sie muss parallel zur Bezugsebene A liegen, und die Genauigkeit der Parallele beträgt 0,02 mm/300 mm.

Abb. 4.11: Geometrische Genauigkeit Spindel-Linearmotor Installationsschnittstelle



Für die Statorbefestigung wird die Verwendung einer V-förmigen Schwelle empfohlen.

Abb. 4.12: Auslegung des Befestigungssockels



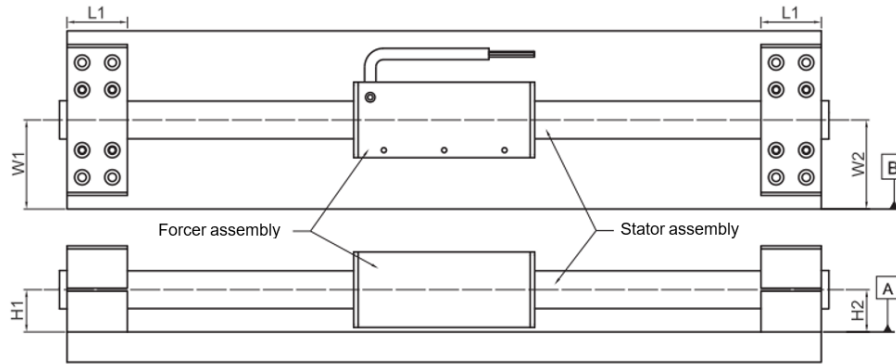
Die Länge des Befestigungssockels (L1) zur Befestigung des Stators kann für verschiedene Hübe verändert werden.

Tabelle 4.7: Sicherungslänge des Befestigungssockels

Modell	LMT2D/LMT2T/LMT2Q		
Hub S (mm)	50 - 350	400 - 800	850 - 1.050
L1 (mm)	25	40	60
Modell	LMT6D/LMT6T/LMT6Q		
Hub S (mm)	100 - 350	400 - 800	850 - 1.050
L1 (mm)	25	40	60
Modell	LMTA2/LMTA3/LMTA4		
Hub S (mm)	100 - 300	350 - 700	750 - 1.550
L1 (mm)	25	40	60
Modell	LMTB2/LMTB3/LMTB4		
Hub S (mm)	100 - 700	750 - 1.300	1350 - 1.550
L1 (mm)	50	70	100
Modell	LMTc2/LMTc3/LMTc4		
Hub S (mm)	100 - 750	800 - 1.500	1.550 - 2.000
L1 (mm)	50	70	100

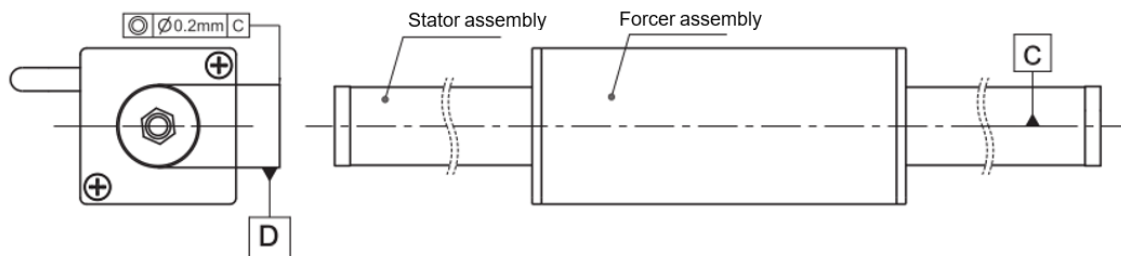
Sowohl H1 als auch H2 beziehen sich auf das Höhenmaß von der Bezugsebene A zur Statormitte. Es wird empfohlen, dass der Höhenunterschied nach dem Einbau der Statorbaugruppe nicht mehr als 0,2 mm beträgt; sowohl W1 als auch W2 beziehen sich auf das Höhenmaß von der Bezugsebene B zur Mitte der Statorbaugruppe. Es wird empfohlen, dass nach dem Einbau der Statorbaugruppe der Höhenunterschied nicht mehr als 0,2 mm betragen darf;  $|H1-H2| \leq 0,2 \text{ mm}$ ;  $|W1-W2| \leq 0,2 \text{ mm}$  (wie in [Abb. 4.13](#) gezeigt).

Abb. 4.13: Einbaumaße der Statorbaugruppe



Der Bezugspunkt C bezieht sich auf den Mittelpunkt einer Statorbaugruppe und der Bezugspunkt D auf die Referenzachse einer Forcer-Baugruppe. Es wird empfohlen, dass nach dem Einbau der Motor- und Statorbaugruppen die Konzentrität der Bezugspunkte C und D nicht mehr als 0,2 mm betragen darf (wie in [Abb. 4.14](#) dargestellt).

Abb. 4.14: Geometrische Toleranz der Einbauhöhe von Forcer und Statoranordnung



Achten Sie bei der Installation der Baugruppe aus Forcer und Stator besonders auf das Maß (G) zwischen Forcer und Stator. Solche Maße können die Leistung und Zuverlässigkeit des Linearmotors beeinträchtigen (siehe [Abb. 4.15](#)). (Die Werte von G,  $\Phi D1$  sind unter [Tabelle 4.8](#) angegeben).

Abb. 4.15: Präzisierung der Einbaumaße des Forcers und des Stators

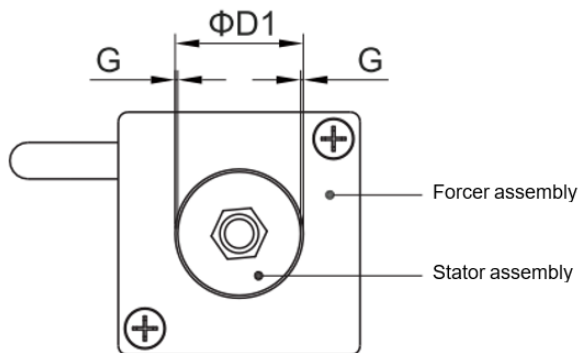


Tabelle 4.8: Einbaumaße

Modell	Abmessungen (mm)	
	∅ D1	G
LMT2	13	0,25 - 0,50
LMT6	16	0,25 - 0,50
LMTA	21,5	0,375 - 0,75
LMTB	26,5	0,375 - 0,75
LMTc	37	0,50 - 1,00

Die Führungsschiene ist ein magnetisches Element, das leicht eine Anziehungskraft auf den Stator ausüben kann. Um zu vermeiden, dass der Stator durch die Anziehungskraft verformt wird und es zu Problemen bei der Installation kommt, halten Sie bitte den Installationsabstand (c) wie in [Abb. 4.16](#) und [Tabelle 4.9](#) dargestellt ein.

Abb. 4.16: Installationsabstand beim Einbau der Schiene

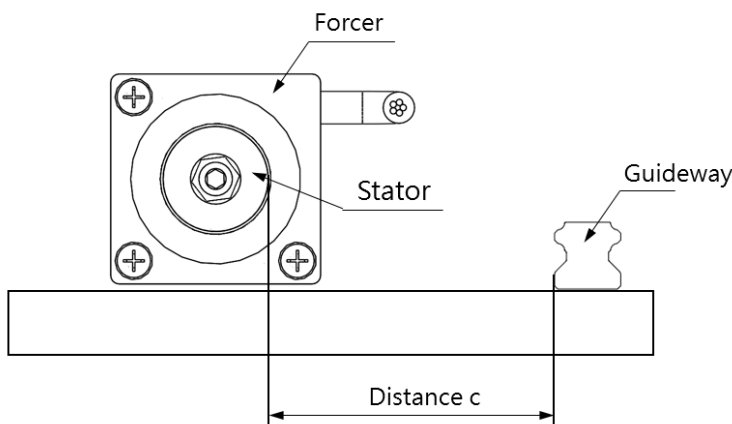


Tabelle 4.9: Installationsabstand

Serie	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTc
c (mm)	≥ 30	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 80

Der Installationsabstand (d), wie in [Abb. 4.17](#) und [Tabelle 4.10](#) gezeigt, sollte auch bei der Installation des magnetischen Maßstabs eingehalten werden, da es sonst leicht zu Störungen bei der Positionierung kommen kann, wenn das Magnetfeld zu stark ist.

Abb. 4.17: Installationsabstand bei der Installation des magnetischen Maßstabs

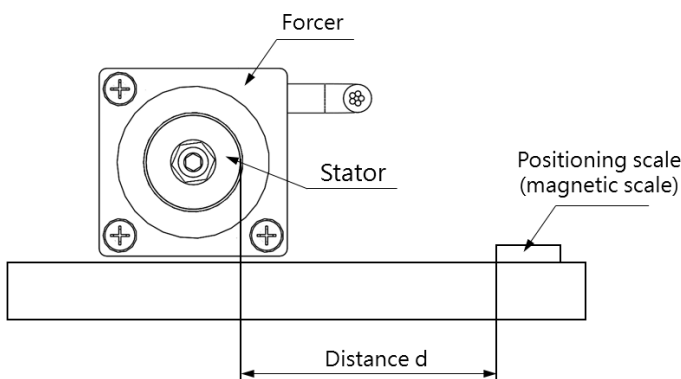


Tabelle 4.10: Installationsabstand

Serie	LMT2	LMT6	LMTA	LMTB	LMTc
d (mm)	≥ 40	≥ 50	≥ 60	≥ 70	≥ 100



## 4.4 Parallelanordnung von Forcern

Linearmotoren können für den Einsatz mit mehreren parallel angeordneten Antrieben koaxial gruppiert werden. Bei der parallelen Installation mehrerer Druckluftsysteme muss sichergestellt werden, dass die Motortypen identisch sind. Darüber hinaus muss die Montage entsprechend der Auslassrichtung und der parallelen Spannweite ( $\Delta X$ ) erfolgen, um sicherzustellen, dass die Phasen des Linearmotors vor der Aktivierung gleich sind. Die Parallelspanne und das Verhältnis der Auslassöffnungen der einzelnen Serienmotoren werden in einem späteren Kapitel näher erläutert. Informationen zur Berechnung der Parallelparameter des Motors finden Sie unter [Tabelle 4.10](#).

Tabelle 4.11: Berechnung der Parallelparameter des Motors

	Einzelne Einheit	2 Einheiten parallel geschaltet	3 Einheiten parallel geschaltet	4 Einheiten parallel geschaltet
Widerstand ( $\Omega$ )	A	A/2	A/3	A/4
Induktivität (mH)	B	B/2	B/3	B/4
Kraftkonstante ( $N/A_{eff}$ )	C	C	C	C
Rück-EMK-Konstante ( $V_{eff}/(m/s)$ )	D	D	D	D
Dauerstrom ( $A_{eff}$ )	E	E*2	E*3	E*4
Spitzenstrom ( $A_{eff}$ )	F	F*2	F*3	F*4
Dauerkraft (N)	G	G*2	G*3	G*4
Spitzenkraft (N)	H	H*2	H*3	H*4

### 4.4.1 Bewegungsrichtung des Linearmotors

Definition der positiven Richtung des Linearmotors wie folgt:

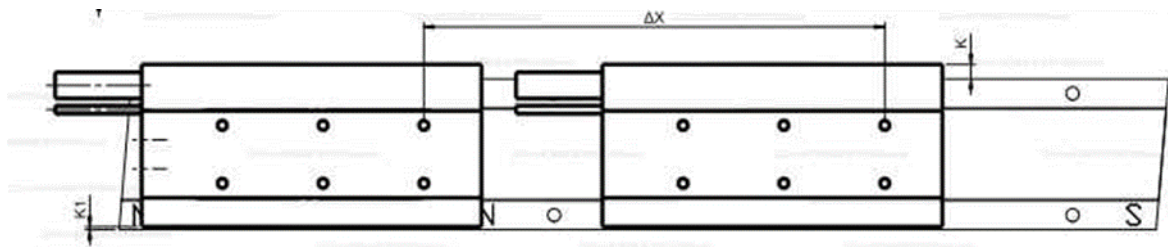
Geben Sie U/V/W nacheinander ein, die anfängliche Bewegungsrichtung ist die positive Richtung.

Siehe auch [9.2](#), Bewegungsrichtung des Linearmotors.

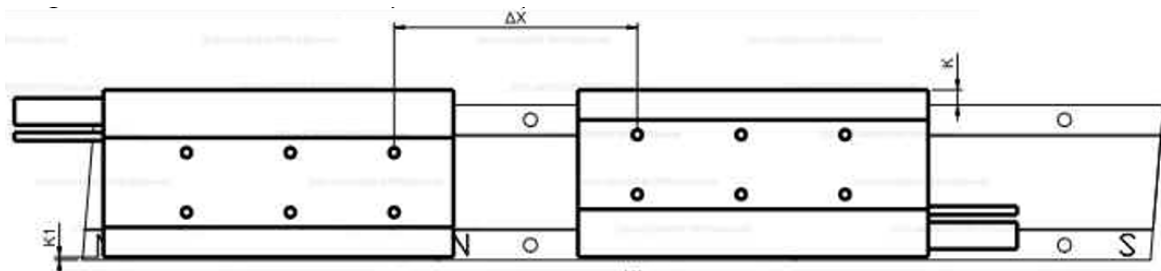
### 4.4.2 Linearmotor der Serie LMSA

Abb. 4.18: Abbildung der Parallelschaltung der Linearmotoren LMSA/LMSA-Z

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

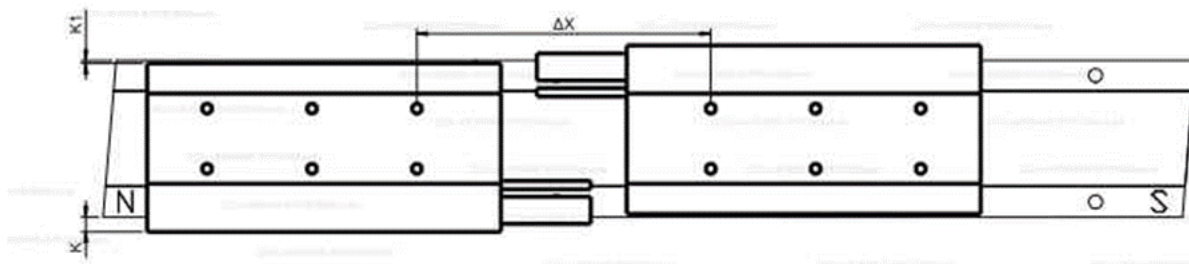


Tabelle 4.12: Schaltplan LMSA/LMSA parallel

LMSA/LMSA-Z	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 30 mm)	n × 2P (n ist eine ganze Zahl)			65 + n × 2P (n = 0, 1, 2...usw.)			65 + n × 2P (n = 0, 1, 2...usw.)		

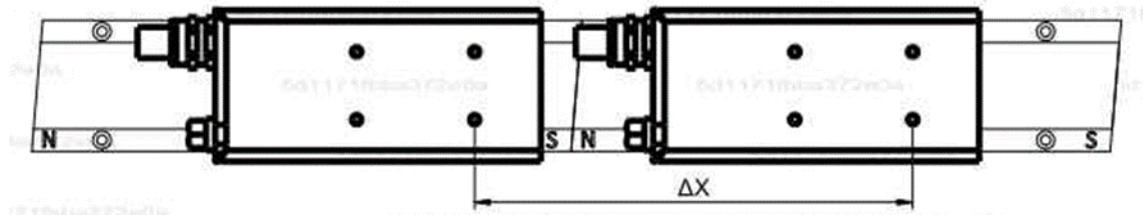
Tabelle 4.13: Schaltplan LMSA-G parallel

LMSA-G	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 30 mm)	n × 2P (n ist eine ganze Zahl)			82 + n × 2P (n = 0, 1, 2...usw.)			83 + n × 2P (n = 0, 1, 2...usw.)		

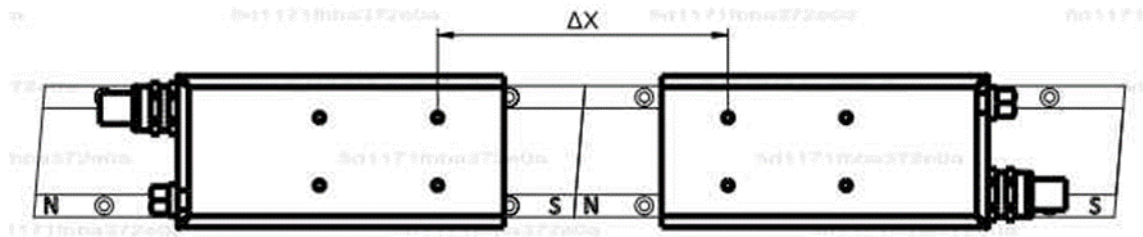
### 4.4.3 LMFA/LMFP wassergekühlte Linearmotorserie

Abb. 4.19: Abbildung der Parallelschaltung der Linearmotoren LMFA/LMFP

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

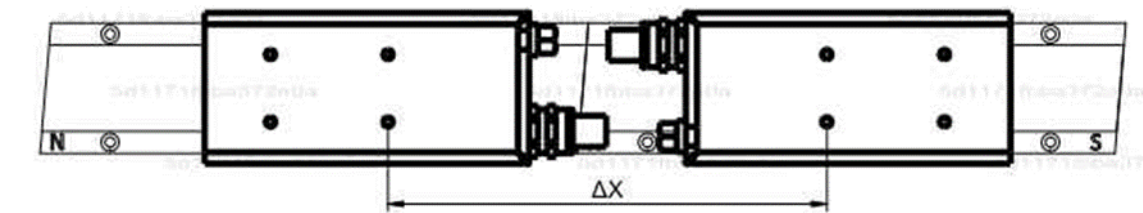


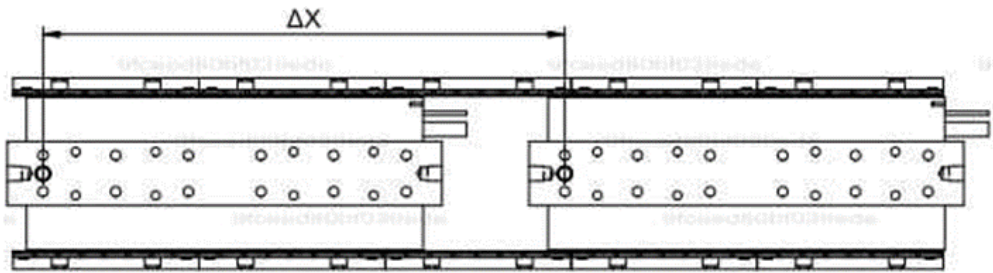
Tabelle 4.1: Schaltplan LMFA/LMFP parallel

LMFA/LMFP	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen			Modell
	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W	
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U	
$\Delta X$ (2P = 30 mm)	$n \times 2P$ (n ist eine ganze Zahl)			$82,5 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...usw.)			$322,5 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...etc.)			Serie LMFA0~2 Serie LMFP24
$\Delta X$ (2P = 46 mm)	$n \times 2P$ (n ist eine ganze Zahl)			$127 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...usw.)			$402 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...usw.)			Serie LMFA3~6 Serie LMFP3~6

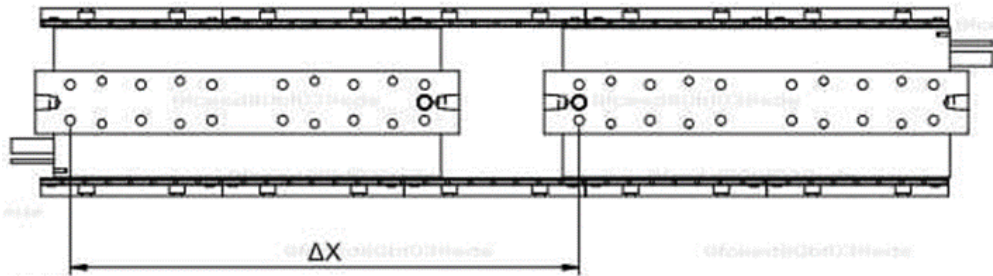
### 4.4.4 Magnetbremse Linearmotor-Serie LMSC

Abb. 4.20: Abbildung der Parallelschaltung des Linearmotors LMSC

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

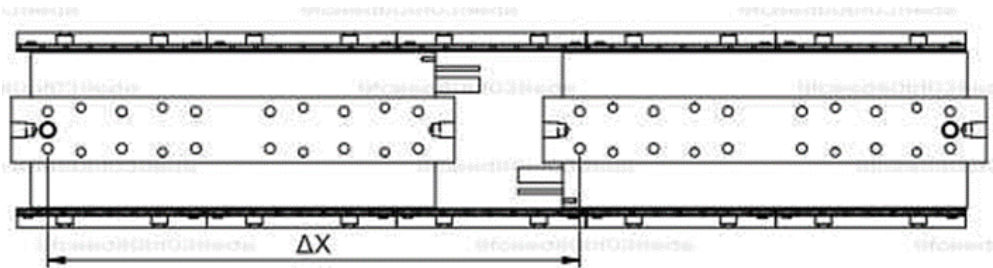


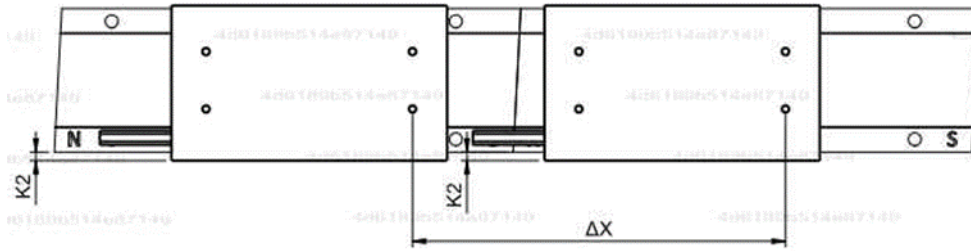
Tabelle 4.14: Schaltplan LMSC parallel

LMSC	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
$\Delta X$ (2P = 32 mm)	320 + n × 2P (n = 1, 2, 3 ... etc.)								

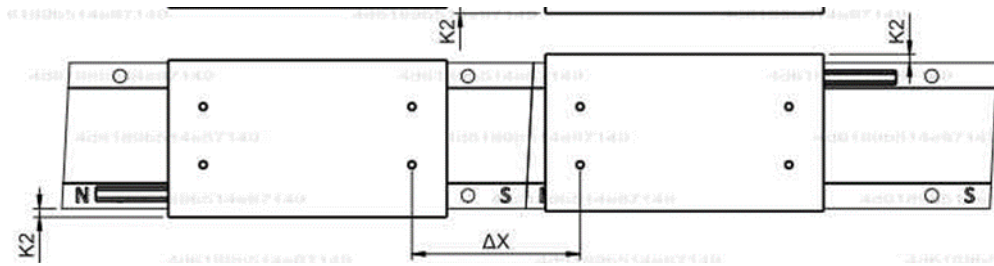
### 4.4.5 Serie der LMSS-Linearmotoren

Abb. 4.21: Abbildung der Parallelschaltung des Linearmotors LMSS

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

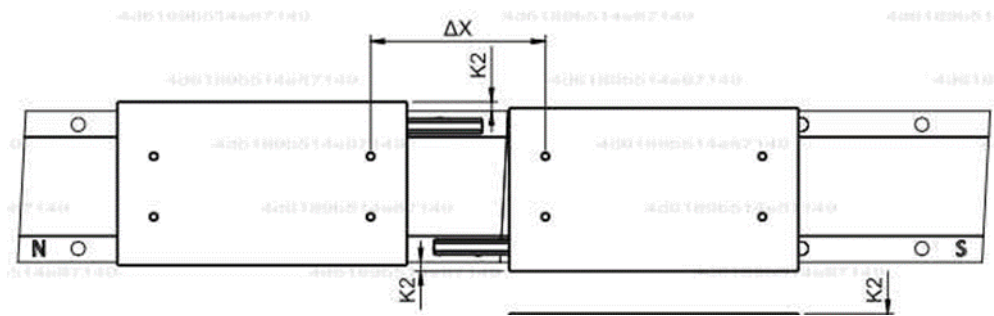


Tabelle 4.15: Schaltplan LMSS parallel

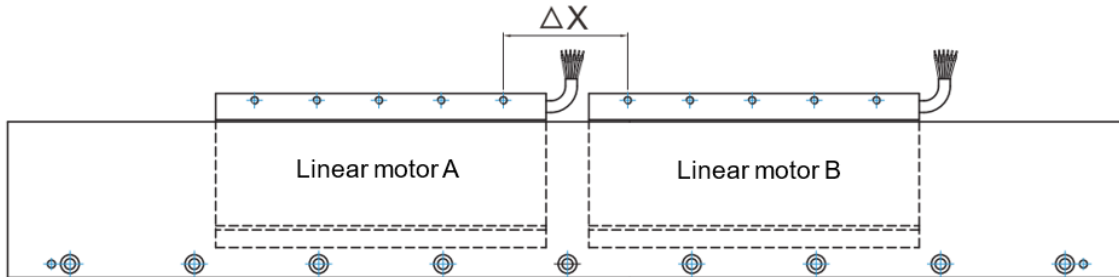
LMSS	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Motor 1	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Motor 2	U	V	W	W	V	U	W	V	U
$\Delta X$ (2P = 20 mm)	$n \times 2P$ (n ist eine ganze Zahl)			$35 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...etc.)			$81 + n \times 2P$ (n = 0, 1, 2...etc.)		

### 4.4.6 Eisenlose Linearmotoren der Serie LMC

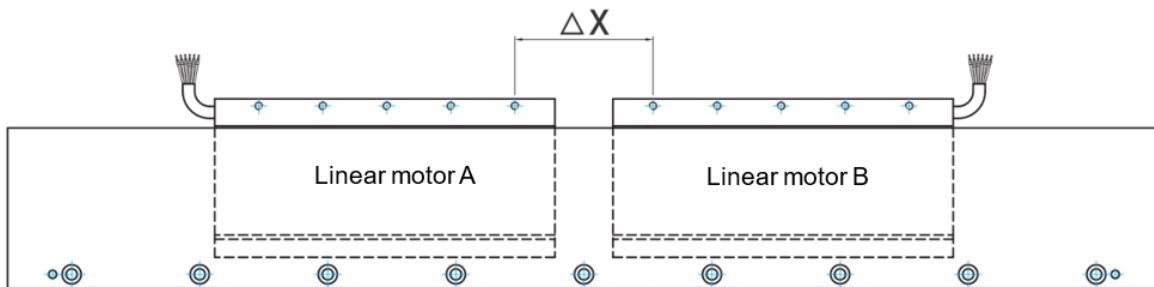
Serie LMC A/B/C/D/E/F

Abb. 4.22: Abbildung der Parallelschaltung der Linearmotoren LMC A/B/C/D/E/F

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

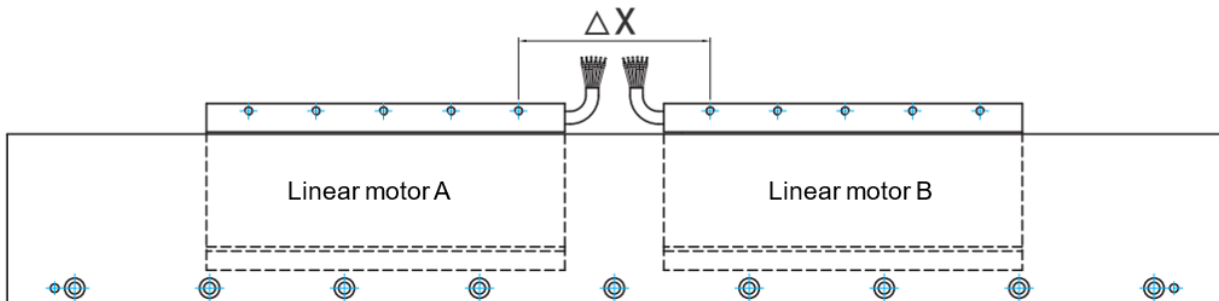


Tabelle 4.16: Schaltplan LMCA/B/C parallel

LMCA/B/C	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	W	V	U	W	V	U
ΔX (2P = 32 mm)	32 + n × 2P (n = 1, 2...)			18 + n × 2P (n = 1, 2...)			46 + n × 2P (n = 1, 2...)		

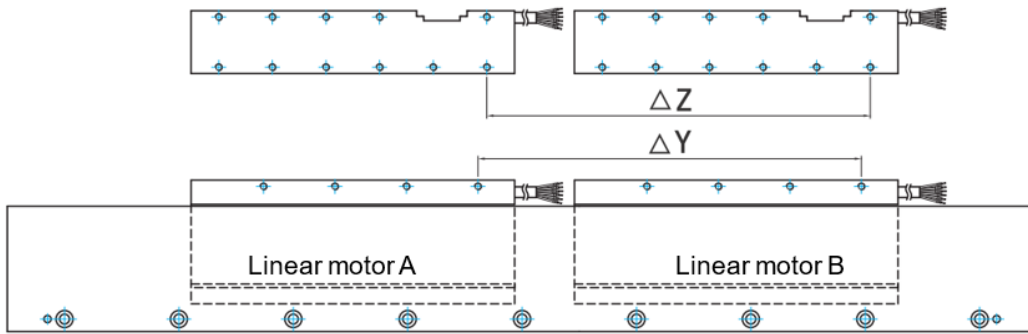
Tabelle 4.17: Schaltplan LMCD/E/F parallel

LMCD/E/F	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
ΔX (2P = 60 mm)	60 + n × 2P (n = 1, 2...)			50 + n × 2P (n = 0, 1, 2...)			50 + n × 2P (n = 0, 1, 2...)		

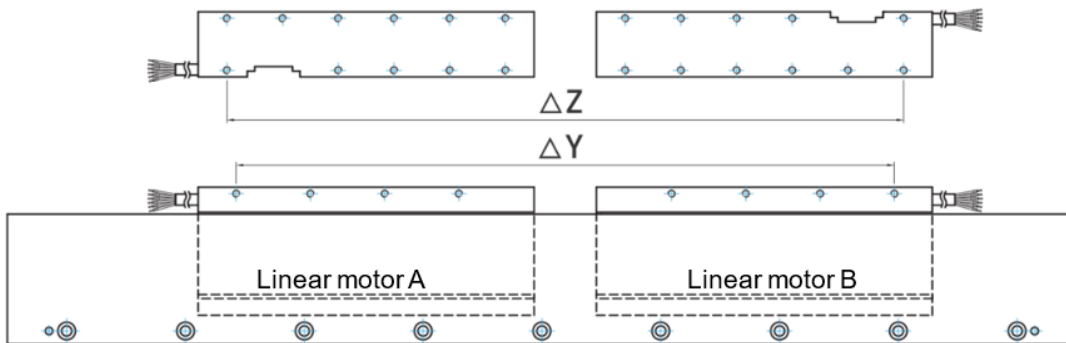
Serie LMC-EF

Abb. 4.23: Abbildung der Parallelschaltung des Linearmotors LMC-EF

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

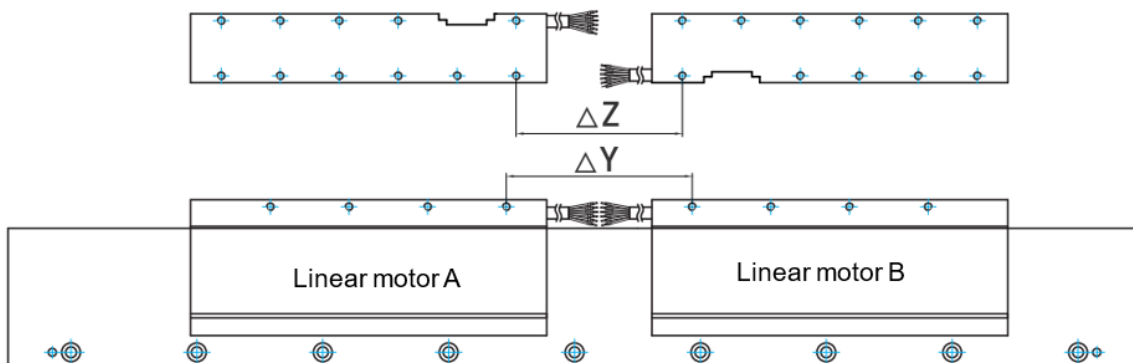


Tabelle 4.18: Schaltplan LMC-EF parallel

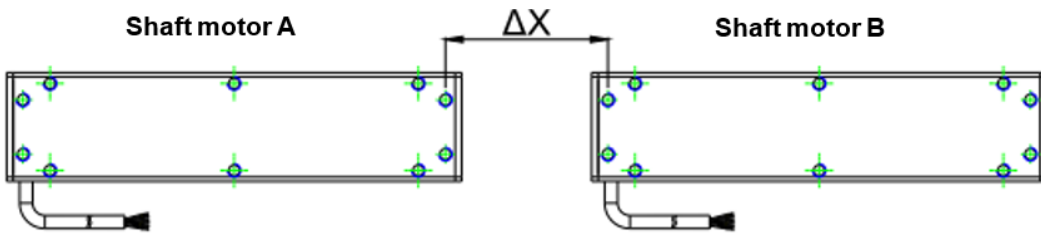
LMC-EFC	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
$\Delta Y$ (2P = 60 mm)	$n \times 2P$			$90 + n \times 2P$			$10 + n \times 2P$		
$\Delta Z$	$n \times 2P$			$100 + n \times 2P$			$n \times 2P$		
$\Delta Z$	LMC-EFC1 : n = 2, 3, 4...			LMC-EFC1 : n = 0, 1, 2...			n = 2, 3, 4...		
	LMC-EFC2 : n = 3, 4, 5...			LMC-EFC2 : n = 2, 3, 4...					
	LMC-EFC3 : n = 4, 5, 6...			LMC-EFC3 : n = 4, 5, 6...					
	LMC-EFC4 : n = 5, 6, 7...			LMC-EFC4 : n = 6, 7, 8...					
LMC-EFE	Gleiche Seite			Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	U	V	W	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	U	W	V	V	U	W
$\Delta Y$ (2P = 60 mm)	$n \times 2P$			$90 + n \times 2P$			$10 + n \times 2P$		
$\Delta Z$	$n \times 2P$			$99 + n \times 2P$			$1 + n \times 2P$		
n	LMC-EFE1 : n = 2, 3, 4...			LMC-EFE1 : n = 0, 1, 2...			n = 2, 3, 4...		
	LMC-EFE2 : n = 3, 4, 5...			LMC-EFE2 : n = 2, 3, 4...					
	LMC-EFE3 : n = 4, 5, 6...			LMC-EFE3 : n = 4, 5, 6...					
	LMC-EFE4 : n = 5, 6, 7...			LMC-EFE4 : n = 6, 7, 8...					
	LMC-EFE5 : n = 6, 7, 8...			LMC-EFE5 : n = 8, 9, 10...					
	LMC-EFE6 : n = 7, 8, 9...			LMC-EFE6 : n = 10, 11, 12...					



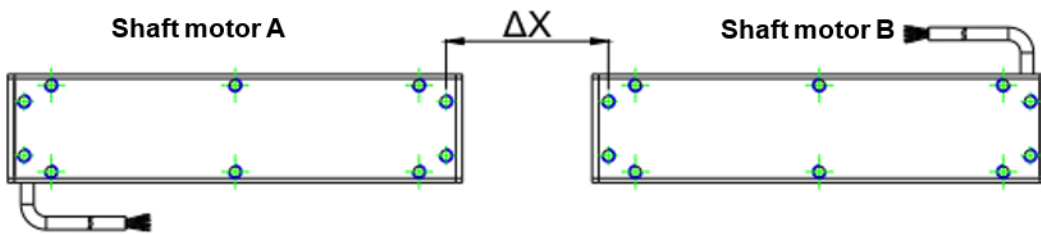
### 4.4.7 Spindel-Linearmotor der Serie LMT

Abb. 4.24: Abbildung der Parallelschaltung von LMT-Linearmotoren

Gleiche Leitungsabgang (Gleiche Seite)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach außen)



Gegenläufige Leitungsabgang (nach innen)

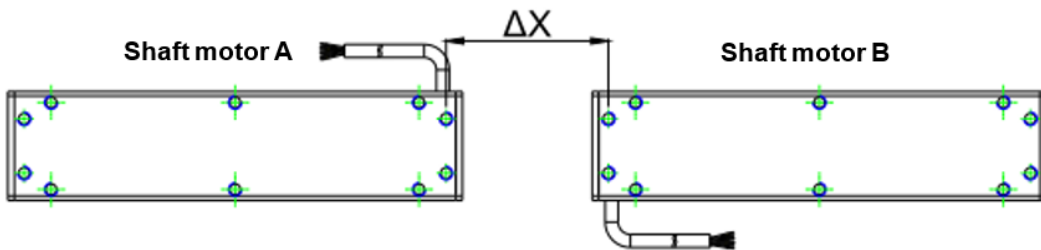


Tabelle 4.19: Schaltplan LMT gleiche Leitungsabgang parallel

LMT 2D/2Q	Gleiche Seite			LMT 2T	Gleiche Seite		
Linearmotor A	U	V	W	Linearmotor A	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	Linearmotor B	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 48 mm)	$n \times 2P - 8,2$ (n = 1, 2, 3...)			$\Delta X$ (P = 24mm)	$(2n - 1) \times P - 8,2$ (n = 1, 2, 3...)		
LMT 6D/6Q	Gleiche Seite			LMT 6T	Gleiche Seite		
Linearmotor A	U	V	W	Linearmotor A	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	Linearmotor B	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 60 mm)	$n \times 2P - 10,5$ (n = 1, 2, 3...)			$\Delta X$ (P = 30mm)	$(2n - 1) \times P - 10,5$ (n = 1, 2, 3...)		
LMT A2/A4	Gleiche Seite			LMT A3	Gleiche Seite		
Linearmotor A	U	V	W	Linearmotor A	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	Linearmotor B	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 72 mm)	$n \times 2P - 12$ (n = 1, 2, 3...)			$\Delta X$ (P = 36mm)	$(2n - 1) \times P - 12$ (n = 1, 2, 3...)		
LMT B2/B4	Gleiche Seite			LMT B3	Gleiche Seite		
Linearmotor A	U	V	W	Linearmotor A	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	Linearmotor B	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 90 mm)	$n \times 2P - 15$ (n = 1, 2, 3...)			$\Delta X$ (P = 45 mm)	$(2n - 1) \times P - 15$ (n = 1, 2, 3...)		
LMT C2/C4/C6	Gleiche Seite			LMT C3/C5	Gleiche Seite		
Linearmotor A	U	V	W	Linearmotor A	U	V	W
Linearmotor B	U	V	W	Linearmotor B	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 120 mm)	$n \times 2P - 20$ (n = 1, 2, 3...)			$\Delta X$ (P = 60 mm)	$(2n - 1) \times P - 20$ (n = 1, 2, 3...)		

Tabelle 4.20: Schaltplan LMT verschiedene Leitungsabgang parallel

Serie LMT 2	Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	V	U	W
Linearmotor B	V	U	W	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 48 mm)	n × 2P - 8,2 (n = 1, 2, 3...)					
Serie LMT 6	Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	V	U	W
Linearmotor B	V	U	W	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 60 mm)	n × 2P - 10,5 (n = 1, 2, 3...)					
Serie LMT A	Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	V	U	W
Linearmotor B	V	U	W	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 72 mm)	n × 2P - 12 (n = 1, 2, 3...)					
Serie LMT B	Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	V	U	W
Linearmotor B	V	U	W	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 90 mm)	n × 2P - 15 (n = 1, 2, 3...)					
Serie LMT C	Nach außen			Nach innen		
Linearmotor A	U	V	W	V	U	W
Linearmotor B	V	U	W	U	V	W
$\Delta X$ (2P = 120 mm)	n × 2P - 20 (n = 1, 2, 3...)					

### 4.5 Anschlusshinweise für wassergekühlte Linearmotoren LMFA/LMFP

Wenn mehrere Linearmotoren verwendet werden, müssen die Kühlrohre des Motors parallel installiert werden, wie in [Abb. 4.25](#) gezeigt (der Einlass auf der linken Seite des Motors ist mit dem Einlass auf der rechten Seite des Motors verbunden, und die Auslässe sind ebenfalls auf dieselbe Weise verbunden). Bei Verwendung der Präzisionswasserkühlung ist der Kanal wie in [Abb. 4.26](#) dargestellt. Für mehrere Präzisions-Wasserkühlkanäle, siehe [Abb. 4.27](#).

Empfehlung: Getrennte Kanäle für die Präzisions-Wasserkühlung des Forcers und die Präzisions-Wasserkühlung des Stators für den Betrieb können einen größeren Effekt erzielen.

Abb. 4.25: Abbildung der Installation des Motorkühlrohrs

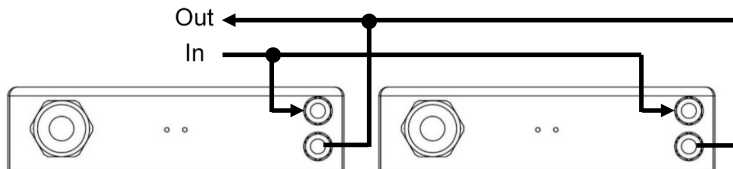


Abb. 4.26: Abbildung des Präzisionswasserkühlkanals

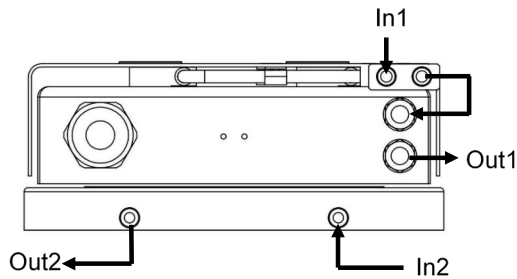
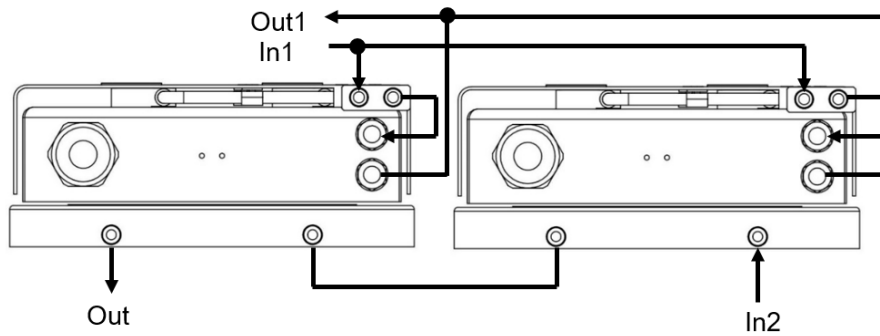


Abb. 4.27: Abbildung mehrere Präzisions-Wasserkühlkanäle



### 4.6 Ausführungen der LMFC-Präzisionskühlung

Bei der Verwendung des wassergekühlten Linearmotors LMFA/LMFP zusammen mit der wassergekühlten Präzisionsserie LMFC bezieht sich die in den Zeichnungen und Spezifikationen der wassergekühlten HIWIN-Motoren angegebene Motorkennlinie auf den Zustand der Wasserkühlung, und die Kühlmitteltemperatur beträgt 20 °C. Der wassergekühlte Motor kann auch mit Ölkühlung betrieben werden. In diesem Fall kann die Motorleistung entsprechend den Eigenschaften des Kühlmittels angepasst werden.

Die in der Motorspezifikation angegebene Kühlbedingung bezieht sich auf den Dauerbetrieb, wenn der Motorstator unter dem Kriterium der Dauerkraft steht, wodurch sichergestellt wird, dass die Spulentemperatur unter dem Mindestkriterium von unter 120 °C gehalten wird. Die Leistung der LMFC-Präzisionswasserkühlung ist so definiert, dass die Oberflächentemperatur der Präzisionswasserkühlung nicht mehr als 4 °C höher sein darf als die eingestellte Auslasstemperatur der Kältemaschine. Die LMFC-Stator-Präzisionswasserkühlung umfasst die folgenden zwei Typen, wobei die Serie LMFC3~6 das Standard-Wasserkanaldesign annimmt, wie in Abb. 4.28 gezeigt; die Serie LMFC3~4 nimmt das Rücklauf-Wasserkanaldesign an, wie in Abb. 4.29 gezeigt.

Abb. 4.28: Darstellung eines Standard-Wasserkanals

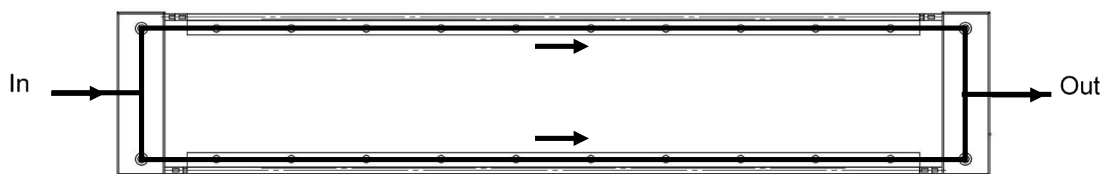


Abb. 4.29: Darstellung des Wasserkühlkanals mit Rückfluss

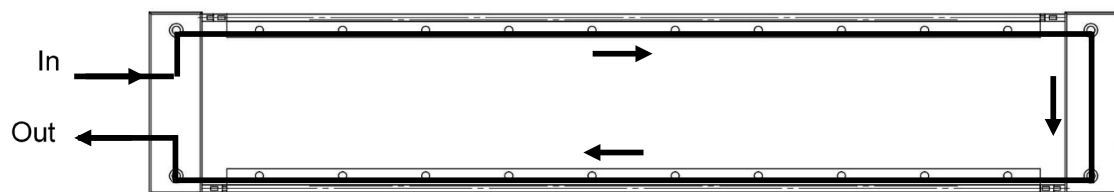


Abb. 4.30: Installationsschnittstelle des Standardtyps

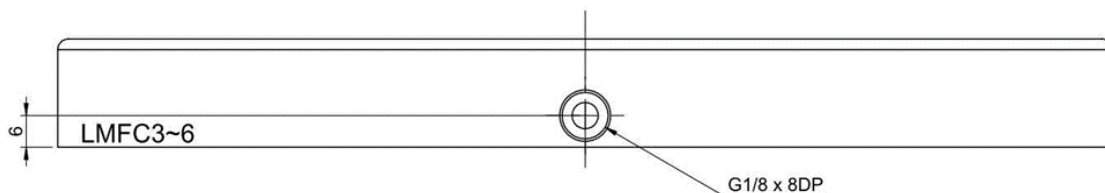


Abb. 4.31: Schnittstelle für den Rücklaufeinbau



Tabelle 4.21: Rücklaufotyp Einbaumaßtabelle

Modell	Abmessungen (mm)
	W
LMFC3□	50
LMFC4□	100

Der wassergekühlte Präzisions-Linearmotor LMFC ist in der folgenden Zeichnung dargestellt

Abb. 4.32: Darstellung des wassergekühlten Präzisions-Linearmotor LMFA

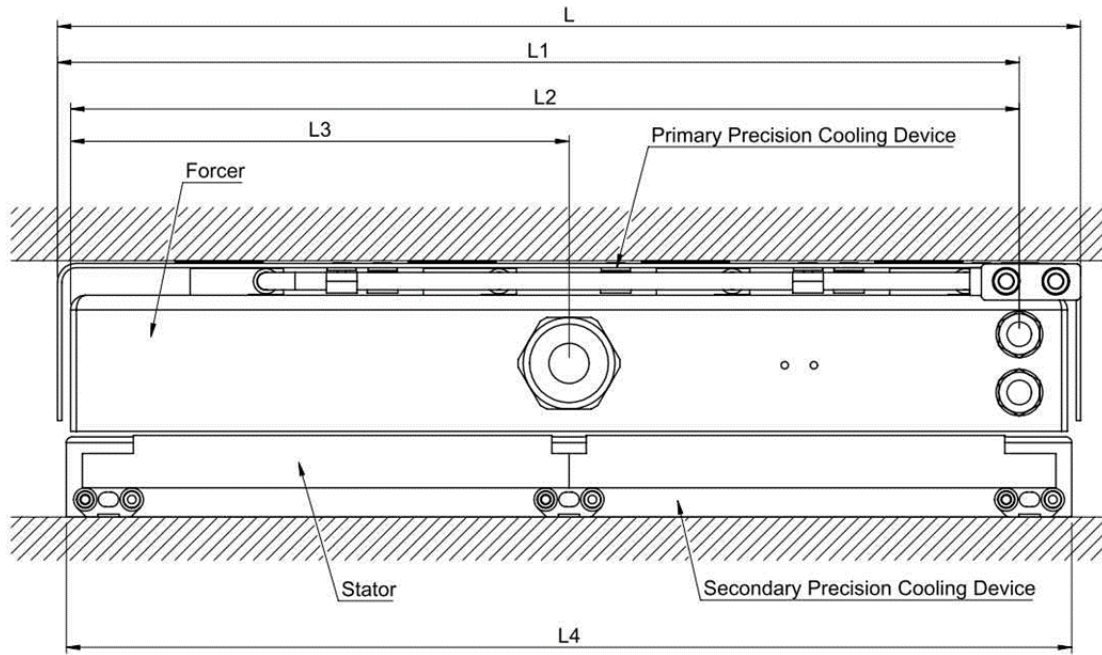


Tabelle 4.22: LMFA Präzisionswasserkühlung Einbaumaß

Modell	Abmessungen (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0 □	-				
LMFC1 □					
LMFC2 □					
LMFC3 □	150	131	126,5	30	155
LMFC4 □	197	178	173,5	30	201
LMFC5 □	257	236	231,5	124	251
LMFC6 □	351	330	325,5	171	345

Abb. 4.33: Abbildung LMFP Präzisions-Linearmotor mit Wasserkühlung

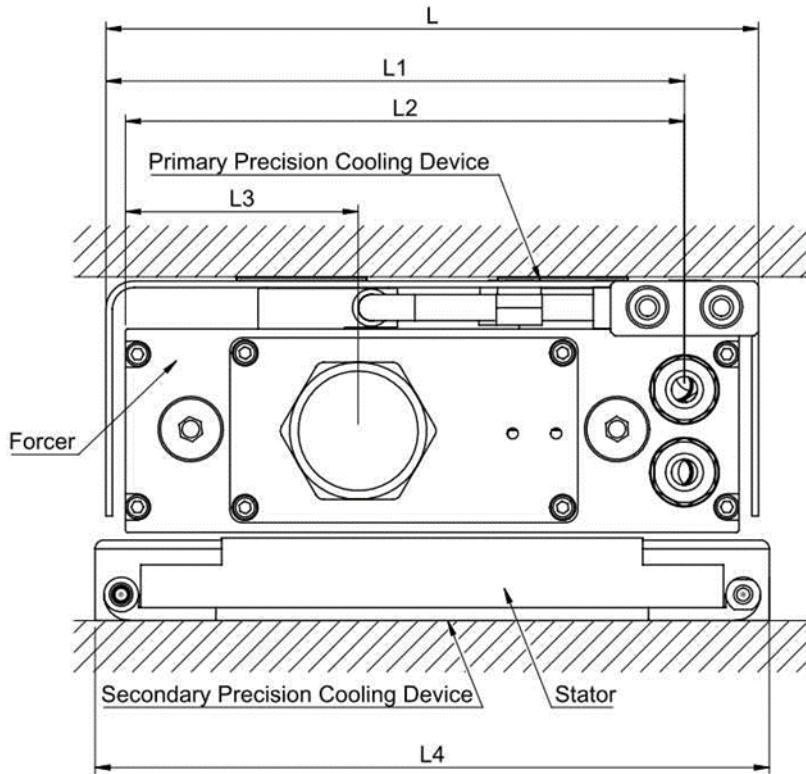


Tabelle 4.23: LMFP Präzisionswasserkühlung Einbaumaß

Modell	Abmessungen (mm)				
	L	L1	L2	L3	L4
LMFC0□	-	-	-	-	-
LMFC1□	-	-	-	-	-
LMFC2□	-	-	-	-	-
LMFC3□	150	133	128,5	53,5	155
LMFC4□	197	180	175,5	53,5	201
LMFC5□	257	240	235,5	53,5	251
LMFC6□	351	334	329,5	53,5	345

## 4.7 Materialangaben für Komponenten mit Kühlmittelkontakt

Tabelle 4.24: Materialtabelle für Wasserkühlungskanäle

Element	Material
LMFA wassergekühlter Linearmotor	Cu (SF-Cu), SUS303 (1.4305), Viton
LMFC-Forcer Präzisions-Wasserkühlung	A6061 (AlMgSi0,5), SUS304 (1.4301), Viton
LMFC-Stator mit Präzisions-Wasserkühlung	A6061 (AlMgSi0,5), SUS303 (1.4305), Viton

## 4.8 Kühlmittel: Anforderungen und Hinweise

**!** **Achtung!** Gefahr durch die Betriebstemperatur.

Achten Sie auf die Betriebsumgebung des Kühlsystems, um Schäden zu vermeiden.

- ▶ Bitte verwenden Sie das Kühlsystem nicht in frostiger oder eisiger Umgebung
- ▶ Bitte verwenden Sie kein unbehandeltes Wasser, da es sonst zu schweren Schäden oder Ausfällen kommen kann

Der Kunde kann entscheiden, welches Kühlsystem und welches Kühlmittel er bei den unten genannten Anforderungen verwenden möchte.

- Es wird empfohlen, als Kühlmittel Korrosionsschutzwasser zu verwenden.
- Das Kühlmedium muss im Voraus gereinigt oder gefiltert werden, um eine Verstopfung des Kühlkreislaufs zu verhindern.
- Die maximal zulässige Größe der Partikel im Kühlmedium beträgt 100 µm.
- Das Kühlmittel muss mit dem O-Ring-Material kompatibel sein, um Verunreinigungen zu vermeiden.
- Empfohlener Zusatzstoff einschließlich.
  - Ethylenglykol (Thermosensibilität)
  - Ethylenglykol mit 20 % - 30 % enthärtetem Wasser
  - Wasser mit 3 % Panolin
  - Wasser mit 10 % ~ 20 % Tyfocor
  - Wasser mit 30 % Clysantin
  - Öl mit 7 cst Viskosität

Wasser, das als Grundlage für das Kühlmittel verwendet wird, muss mindestens die folgenden Anforderungen erfüllen.

- Chloridkonzentration:  $c < 100 \text{ mg/l}$
- Sulfatkonzentration:  $c < 100 \text{ mg/l}$
- $6,5 \leq \text{pH-Wert} \leq 9,5$

Wenden Sie sich bezüglich zusätzlicher Anforderungen an den Hersteller des Korrosionsschutzmittels!



## 5 Montage

### 5.1 Einbau eines Linearmotors mit Eisenkern

Warnschild für die Statoreinheit

**⚠ Achtung!** Starkes Magnetfeld!

- Von Personen mit einem Herzschrittmacher oder Metallimplantaten fernhalten!
- Achten Sie beim Umgang mit dem Gerät auf die Gefahr von Handverletzungen.
- Nicht mit eisenhaltigen Werkzeugen bearbeiten.
- Kreditkarten, Geldautomatenkarten, magnetische Datenträger, Armbanduhren usw. können beschädigt werden, wenn sie zu nahe herangeführt werden.

#### 5.1.1 Vorsichtsmaßnahmen für die Handhabung des Stators

**⚠ Warnung!** Gefährdungen bei der Handhabung des Stators.

- Handhaben Sie den Stator auf die richtige Art und Weise, um Schäden am Produkt und Verletzungen der Arbeiter zu vermeiden.
  - ▶ Das Magnetwarnschild muss an sichtbaren Stellen angebracht werden, um Verletzungen von Personen zu vermeiden.
  - ▶ Handhaben Sie den Stator auf die richtige Art und Weise, um Verletzungen oder Schäden am Stator zu vermeiden.
  - ▶ Handhaben Sie den Stator auf die richtige Art und Weise, um Verletzungen von Personen oder Beschädigungen des Stators zu vermeiden. (siehe [Abb. 5.1](#)).
  - ▶ Unabhängig davon, welche Methode verwendet wird, darf der Stator nicht direkt an der Kante der Abdeckung angefasst werden (siehe [Abb. 5.2](#)). Andernfalls besteht Verletzungsgefahr für das Personal und der Stator kann beschädigt werden.

**⚠ Warnung!** Gefahr der Quetschung durch starke Anziehungskräfte.

- Die Permanentmagnete der Statoren verursachen starke Anziehungs- und Abstoßungskräfte, wenn die Statorsegmente in Reihe geschaltet sind.
  - ▶ Nehmen Sie die Statoren erst unmittelbar vor dem Einbau aus ihrer Verpackung.
  - ▶ Packen Sie niemals mehrere Statoren gleichzeitig aus.
  - ▶ Stellen Sie Statoren niemals ungesichert nebeneinander auf.
  - ▶ Montieren Sie die ausgepackten Statoren sofort.

**⚠ Warnung!** Es besteht Verletzungsgefahr und Gefahr von Sachschäden.

- Eine fehlerhafte Ausrichtung der Statorsegmente kann zu Fehlfunktionen und/oder unkontrollierten Bewegungen des Motors führen.
  - ▶ Ordnen Sie die Statorsegmente in der richtigen Reihenfolge an. (siehe [Abb. 5.3](#))

**⚠ Warnung!** Lebensgefahr durch Permanentmagnetfelder.

- Selbst wenn der Motor ausgeschaltet ist, können Personen mit aktiven medizinischen Implantaten, die sich in der Nähe der Motoren aufhalten, durch die Dauerbelastung gefährdet werden.
  - ▶ Bitte halten Sie einen Mindestabstand von 50 mm zu den Permanentmagneten ein.
  - ▶ Personen mit Herzrhythmusgeräten oder Metallimplantaten sollten einen Mindestabstand von 500 mm zu den Permanentmagneten einhalten (Auslöseschwelle für statische Magnetfelder von 0,5 mT gemäß Richtlinie 2013/35/EU).

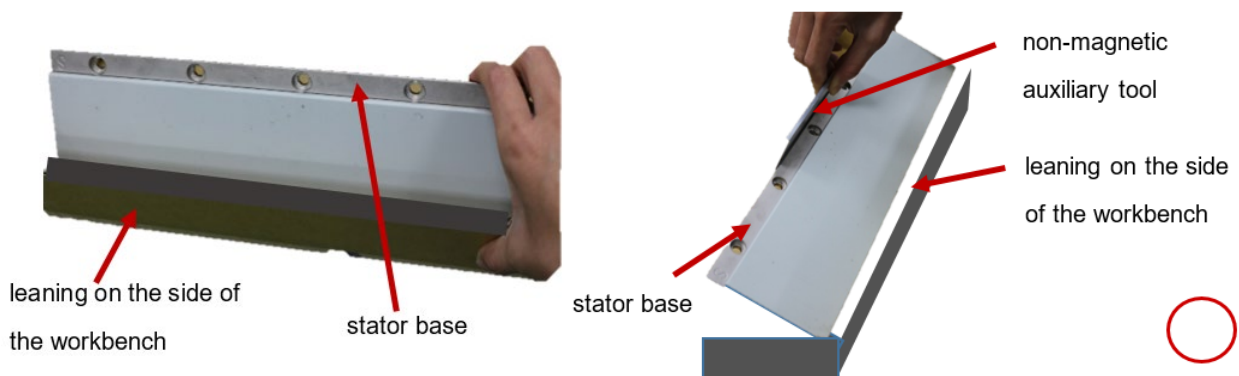
**⚠ Warnung!** Gefahr der Beschädigung durch das Permanentmagnetfeld.

Beim Arbeiten in einem Abstand von 100 mm zu Bauteilen mit Permanentmagneten erzeugt das Magnetfeld eine starke magnetische Anziehungskraft auf magnetisierbares Material.

- ▶ Unterschätzen Sie nicht die Kraft der magnetischen Anziehung.
- ▶ In der Induktionszone sollten Sie kein magnetisierbares Material mit sich führen.
- ▶ Bitte verwenden Sie Werkzeuge, die kein magnetisches Material enthalten.
- ▶ Vermeiden Sie bitte die Bewegung der Permanentmagnetbaugruppe relativ zum leitenden Material und des leitenden Materials relativ zur Permanentmagnetbaugruppe.
- ▶ Öffnen Sie die Verpackung der Motorbaugruppe nur, wenn sie eingebaut werden soll.
- ▶ Installieren Sie nach dem Öffnen der Verpackung sofort die Komponenten, die Permanentmagnete enthalten.
- ▶ Der installierte Linearmotor muss vor unbeabsichtigtem Betrieb geschützt werden

○ Richtig

Abb. 5.1: Richtige Handhabung des Stators

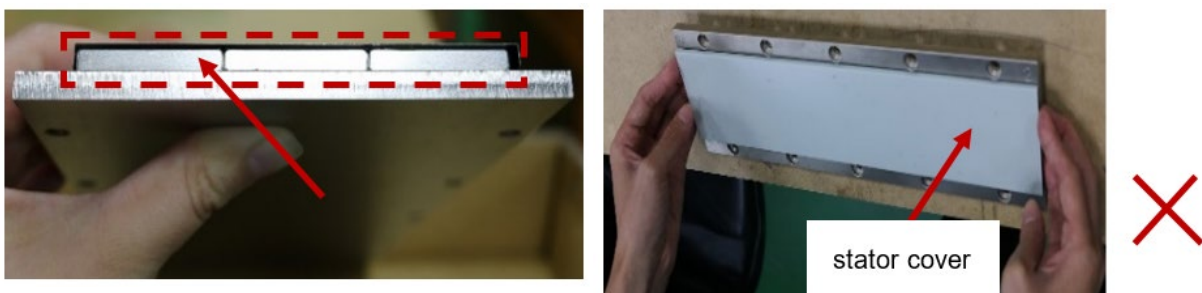


Lehnen Sie den Stator gegen eine Seite der Werkbank.  
Den Stator nicht am Sockel berühren.

Lehnen Sie den Stator mit dem nichtmagnetischen Zusatzwerkzeug gegen eine Seite.  
Den Stator nicht am Sockel berühren.

○ Falsch

Abb. 5.2: Falsche Handhabung des Stators

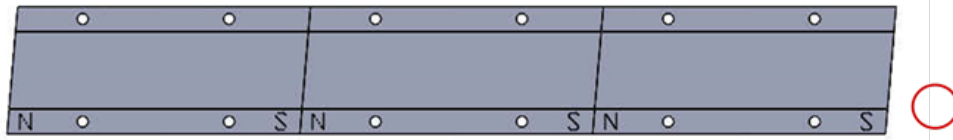
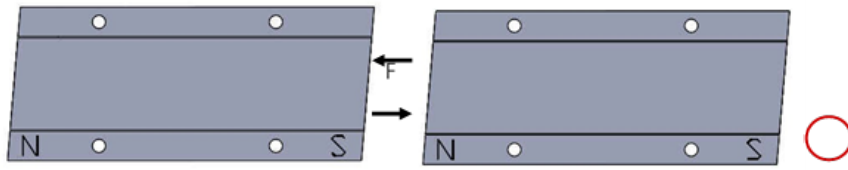


Den Stator nicht an der Kante der Abdeckung anfassen.

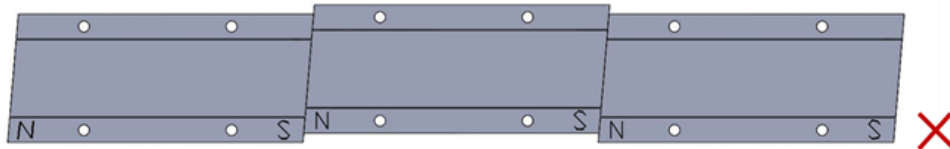
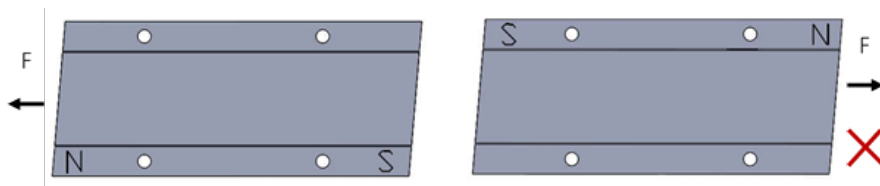
Um Verletzungen des Personals oder Beschädigungen des Stators zu vermeiden, ist es strengstens untersagt, den Stator an der Kante der Abdeckung zu berühren.

Abb. 5.3: Richtige und falsche Montage des Stators

○ Korrekte Montage des Stators



○ Falsche Montage des Stators



### 5.1.2 Vorsichtsmaßnahmen für den Einbau von Forcer und Stator

#### ⚠ Gefahr! Gefahr durch starken Magneten!

Es besteht eine starke magnetische Anziehungskraft zwischen Forcer und Stator. Um eine Gefährdung von Personen zu vermeiden, sind die Vorschriften einzuhalten.

- ▶ Zwischen dem Forcer und dem Stator des LMSA/LMFA besteht eine starke Anziehungskraft (mehrere hundert Kilogramm). Das Installationspersonal wird gebeten, bei der Installation das Handbuch zu befolgen, um Verletzungen durch Quetschungen zwischen Forcer und Stator zu vermeiden.

#### ⚠ Warnung! Gefährdungen bei der Montage von Linearmotoren.

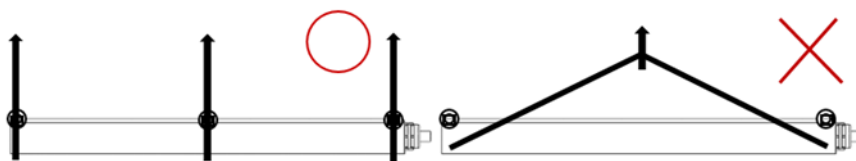
Um eine Gefährdung von Personen zu vermeiden, müssen der Forcer und Stator vorschriftsmäßig installiert werden.

- ▶ Wenn mehrere Antriebe parallel installiert werden, achten Sie bitte auf die Spannweitenspezifikation und die Motorphase, um die effektive Schubkraft zu gewährleisten.
- ▶ Achten Sie bei der Montage des Forcers auf den Luftspalt zwischen Forcer und Stator. Bei unsachgemäßem Einbau kann sich die Verzahnungskraft erhöhen oder die Schubkraft des Motors verringern.
- ▶ Es ist normal, dass vor der Installation des Forcers eine Lücke entsteht, wenn der Forcer auf der Plattform platziert wird, wie in [Abb. 5.7](#) gezeigt. Zur Montage der Unterlegscheibe ziehen Sie die Schrauben von der Mitte aus nacheinander an den beiden linken und rechten Enden an, wie in [Abb. 5.8](#) gezeigt. Nach dem Befestigen darf kein Luftspalt zwischen Forcer und Forcersockel vorhanden sein, wie in [Abb. 5.9](#) dargestellt.
- ▶ Bitte beachten Sie die starke magnetische Anziehungskraft zwischen den beiden Statoren. Es ist verboten, die Hände zwischen die beiden Statoren zu bringen (wie in [Abb. 5.12](#) dargestellt), um Verletzungen zu vermeiden (magnetische Gegenstände und Uhren usw. sind ebenfalls fernzuhalten).
- ▶ Bei der Installation mehrerer Statorsätze kann die Statorlänge eine Toleranz aufweisen, so dass es zu Abweichungen bei der Bohrungsposition kommen kann. Dies ist völlig normal. Daher kann während der Installation ein Abstandshalter von 0,1 ~ 0,2 mm zwischen zwei Statoren platziert werden, um die Einstellung der Schraubenpositionierung zu unterstützen (wie in [Abb. 5.13](#) gezeigt), und sobald die Positionierung abgeschlossen ist, ist das Ganze zu befestigen. Sobald die Befestigung abgeschlossen ist, den Abstandshalter entfernen.

#### ⓘ Achtung!

- ▶ Die Anzugsmomente der Schrauben für die Befestigung der Baugruppe aus Forcer und Stator finden Sie unter [Abschnitt 9.1.2](#).
- ▶ Die maximale Befestigungstiefe der für den Stator verwendeten Schrauben hängt von den Gewindebohrungen der kundenseitigen Plattform ab. Die Mindestbefestigungstiefe finden Sie unter [Abschnitt 9.1.2](#).
- ▶ Die maximale Befestigungstiefe und die Mindestbefestigungstiefe der für den Forcer ausgewählten Schrauben finden Sie im [Abschnitt 9.1.2](#).

Um einen großen Forcer (wie LMFA) zu transportieren, ist es notwendig, ein Hebewerkzeug zu verwenden und sicherzustellen, dass sich beide Enden vollständig gegenüberliegen. Bei einem Gewicht von mehr als 20 kg sollten Sie mehr als drei Seile zum Anheben verwenden, um Gefährdungen zu vermeiden.



Montageschritte:

- Zunächst wird der erste Stator installiert

Zunächst einen Statorsatz installieren. Achten Sie bei der Montage auf die Parallelität von Laufschiene und Stator und verwenden Sie anschließend Schrauben, um ① den Stator ② auf der Plattform ③ zu installieren. (siehe [Abb. 5.4](#))

- Installation von Forcersockel und Forcer.

Verwenden Sie Schrauben ④, um den ⑤ Forcer-Sockel auf dem Laufwagen ⑥ zu montieren (siehe [Abb. 5.5](#))

Befestigen Sie ⑧ den Forcer ⑦ mit Schrauben am Forcersockel. Die Montage erfolgt, indem die Schrauben von der Mitte aus nacheinander an den beiden linken und rechten Enden befestigt werden. (siehe [Abb. 5.6](#))

- Einbau des Stators.

Den Forcersockel ⑨ oben auf der Plattform verschieben, um die Installation eines anderen Stators zu erleichtern. (siehe [Abb. 5.10](#))

Montieren Sie ⑪ den Stator ⑩ mit Schrauben auf der Plattform und verschieben Sie den Sockel, um sicherzustellen, dass er nicht stört. (siehe [Abb. 5.11](#))

Abb. 5.4: Zunächst wird der erste Stator installiert

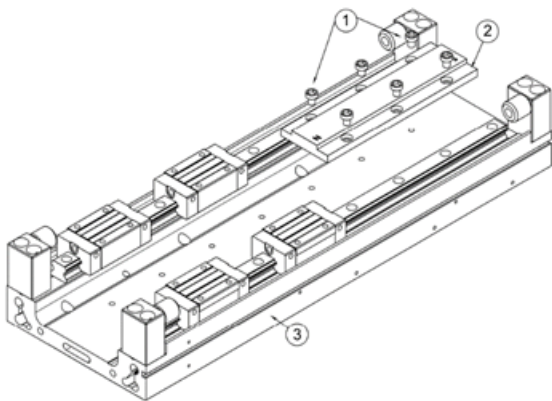


Abb. 5.5: Installation des Forcersockels

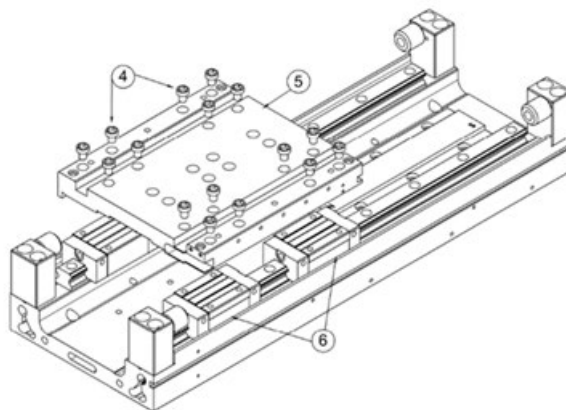


Abb. 5.6: Installation des Forcers

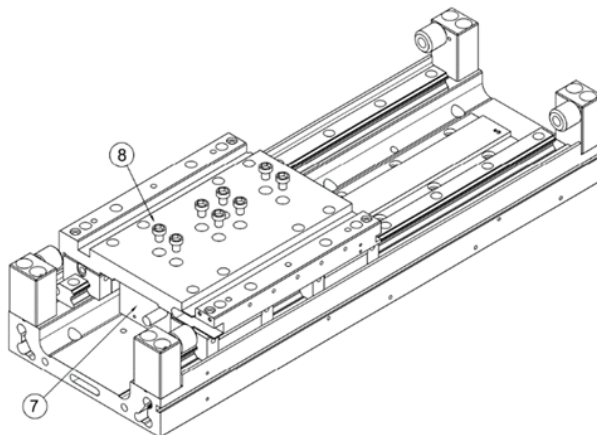


Abb. 5.7: Bestätigung der Einbaulücke

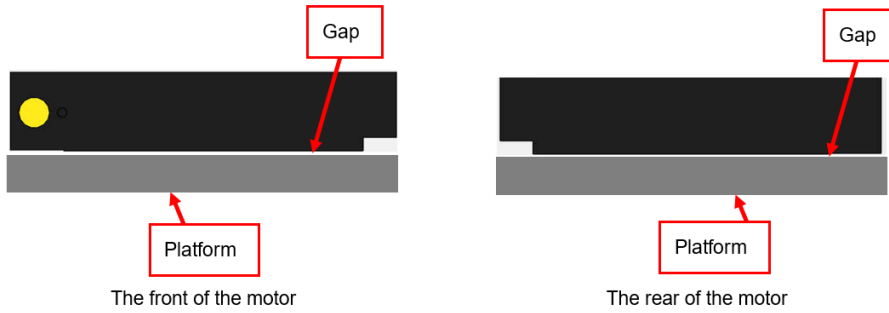


Abb. 5.8: Abbildung der Installationsreihenfolge des Forcers

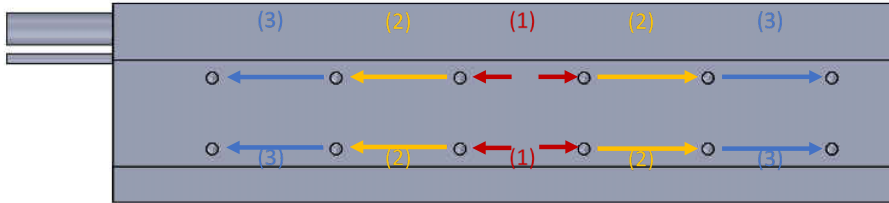


Abb. 5.9: Abbildung Forcer-Abstand

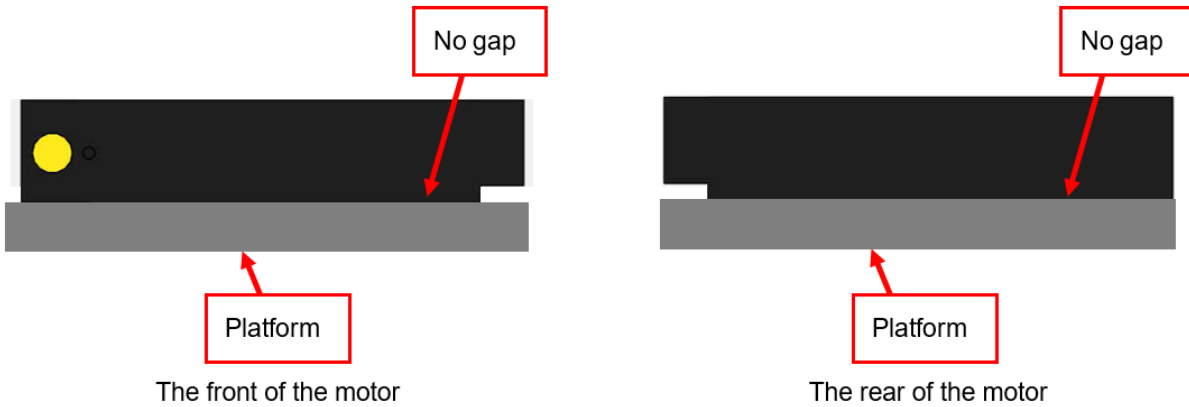


Abb. 5.10: Bewegung des Forcersockels

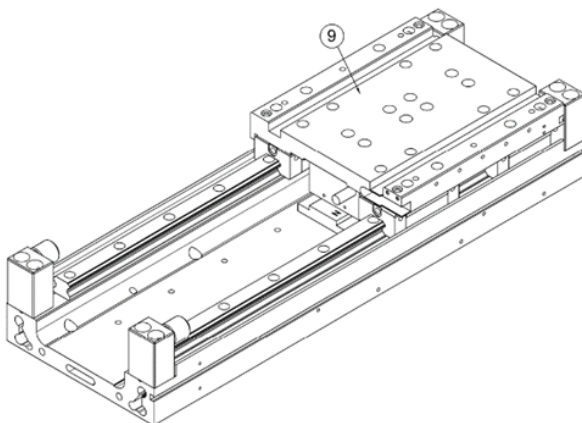


Abb. 5.11: Einbau des Stators

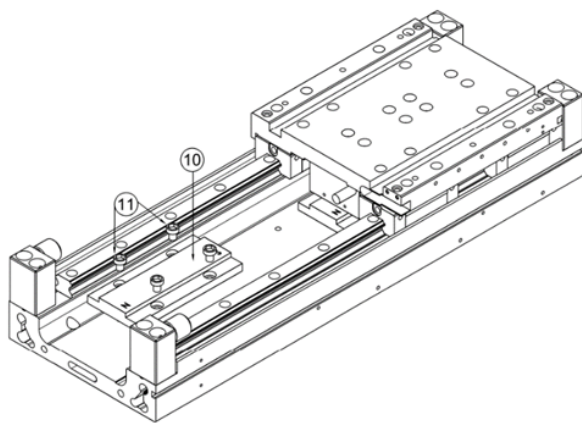
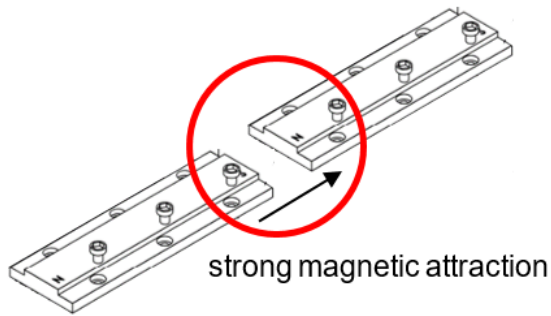
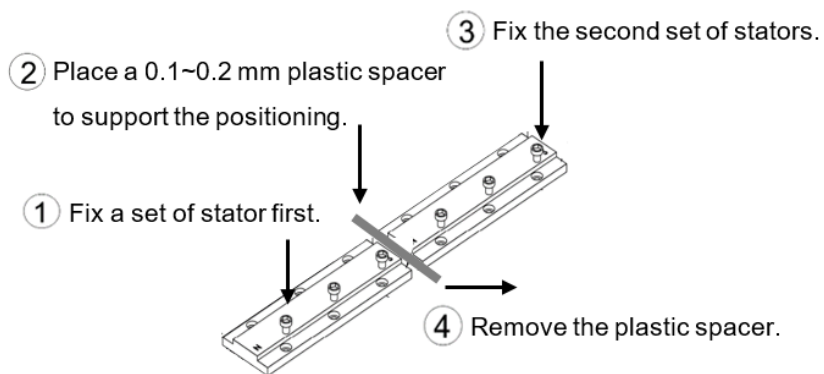


Abb. 5.12: Bitte beachten Sie die starke magnetische Anziehungskraft zwischen den Statoren, um Quetschverletzungen an den Händen zu vermeiden.



Zwischen den Statoren besteht eine starke magnetische Anziehungskraft, die beachtet werden muss, damit es zu keinen Quetschverletzungen an den Händen kommt

Abb. 5.13: Bei der Befestigung eines Satzes mehrerer Statoren wird empfohlen, Abstandshalter zur Unterstützung der Positionierung zu verwenden.



Use a plastic stator to support the positioning while assembling multiple stators.

**Hinweis:**

Der Abstandshalter aus Kunststoff sind kundenseitig vorzusehen.

### 5.1.3 Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau von LMSC Forcer und Stator

**⚠ Warnung!** Gefahr der Beschädigung der Motorbaugruppe.

Achten Sie auf die strukturelle Festigkeit der ausgelegten Anordnung, da es eine starke magnetische Anziehung zwischen Forcer und Stator gibt. Eine unzureichende strukturelle Festigkeit führt zu einer Verformung der Struktur. Eine zu große Einbautoleranz beeinträchtigt die Anpassungsleistung der Ausstattung.

- ▶ Zwischen dem Forcer und dem Stator besteht eine starke magnetische Anziehungskraft, die auf einer Seite mindestens 2850 N beträgt.
- ▶ Die strukturelle Festigkeit der Installation an den beiden Seiten der Statoren muss berücksichtigt werden, um eine strukturelle Verformung aufgrund der starken Anziehungskraft zu verhindern.
- ▶ Wenn der Spalt zwischen Forcer und Stator mehr als 4,5 mm beträgt, liegt die Anziehungskraft nahe bei 0.
- ▶ Die Polaritätskennzeichnungen an den beiden Seiten des Stators müssen einander entgegengesetzt sein.
- ▶ Ein ungleichmäßiger Luftspalt im LMSC-Magnetbrems-Linearmotor kann die Anziehungskraft zwischen dem Forcer und dem Stator beeinträchtigen. (siehe [Abb. 5.26](#))

Zusammenbau (Stator):

- Zunächst alle Montageflächen reinigen.
- Auf alle Schrauben zur Befestigung des Stators Schraubenfixiergel auftragen. (siehe [Abb. 5.24](#))
- Verwenden Sie nichtmagnetisches Material für den Abstandshalter auf der Oberseite des Stators.
- Den Stator in Position bringen.
- Ein nicht-magnetisches Werkzeug verwenden (siehe [Abb. 5.15](#)), um eine Seite der Statoren für die Hälfte des Hubs zu installieren.
- Den nichtmagnetischen Gegenstand zwischen den Montageflächen der Statoren an zwei Seiten anbringen. (siehe [Abb. 5.16](#))
- Das nicht-magnetische Werkzeug verwenden, um die andere Seite der Statoren für die Hälfte des Hubs zu installieren. (siehe [Abb. 5.17](#))

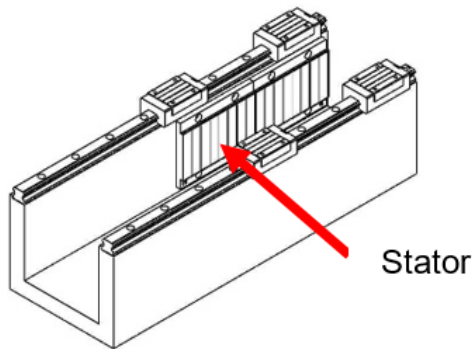
Abb. 5.14: Schraubenfixierungsgel auftragen



Apply screw fixation gel onto the screws.



Abb. 5.15: Zum Einbau des Stators ein nicht-magnetisches Werkzeug verwenden



Non-magnetic tool

Abb. 5.16: Den nicht-magnetischen Gegenstand anbringen

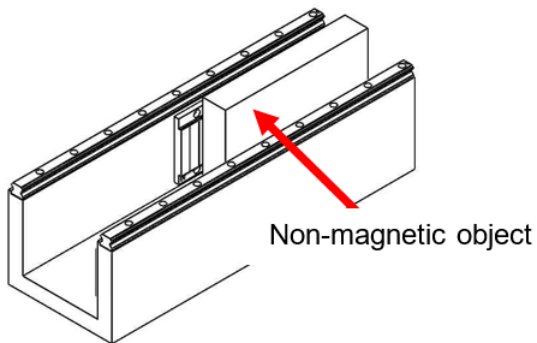
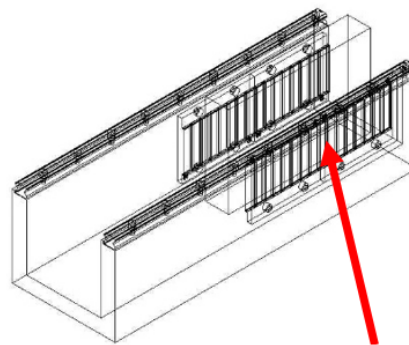


Abb. 5.17: Zum Einbau des Stators ein nicht-magnetisches Werkzeug verwenden



Install the other side of the stators

Zusammenbau (Forcer):

- ▶ Montieren Sie zuerst den Forcer auf dem Forcersockel. (siehe [Abb. 5.18](#))
- ▶ Den Forcersockel auf dem Laufwagen installieren. (siehe [Abb. 5.19](#))
- ▶ Einen Dickenmesser verwenden, um den Luftspalt (siehe [Abb. 5.20](#)) auf  $0,75^{+0,25}_{-0,15}$  einzustellen.

Abb. 5.18: Installation des Forcers

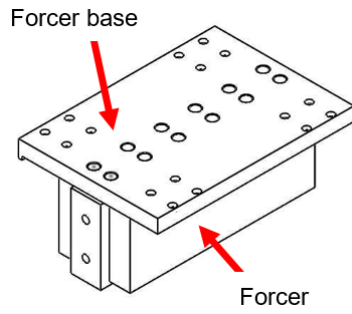


Abb. 5.19: Installation des Forcersockels

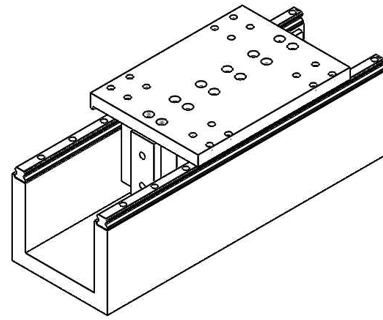


Abb. 5.20: Luftspalt

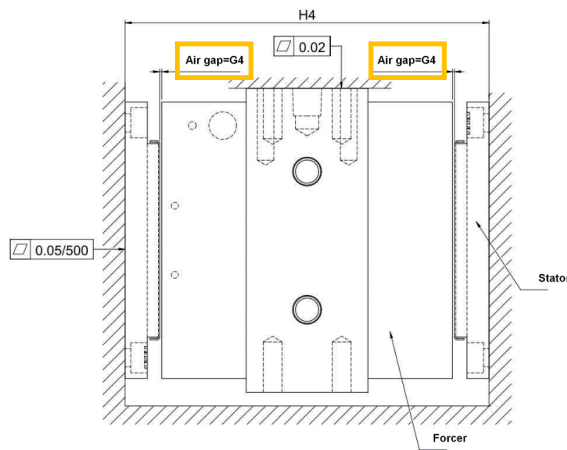


Abb. 5.21: Diagramm der Beziehung zwischen Luftspalt und Anziehungskraft beim LMSC

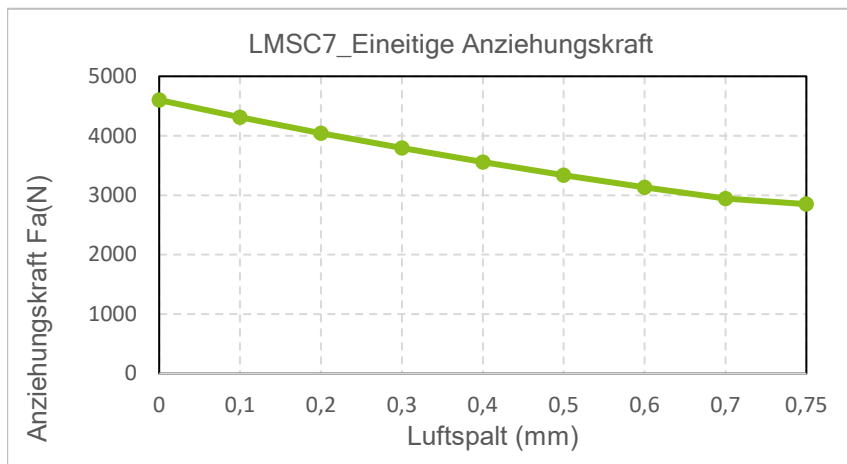


Tabelle 5.1: Diagramm zur Beziehung zwischen Luftspalt und Anziehungskraft

Luftspalt (mm)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75
Einseitige Anziehungskraft $F_a$ (N)	4.601	4.313	4.042	3.796	3.556	3.338	3.134	2.942	2.850

Zusammenbau (restlicher Stator):

- ▶ Den Sockel des Forcers bewegen, um die restlichen Statorn zu installieren. (siehe [Abb. 5.22](#))
- ▶ Verwenden Sie das nicht-magnetische Werkzeug, um eine Seite der Statorn für die Hälfte des Hubs zu installieren. (siehe [Abb. 5.23](#))
- ▶ Den nichtmagnetischen Gegenstand zwischen den Montageflächen der Statorn an zwei Seiten anbringen. (siehe [Abb. 5.24](#))
- ▶ Das nicht-magnetische Werkzeug verwenden, um die andere Seite der Statorn für die Hälfte des Hubs zu installieren. (siehe [Abb. 5.25](#))

Abb. 5.22: Bewegung des Forcersockels

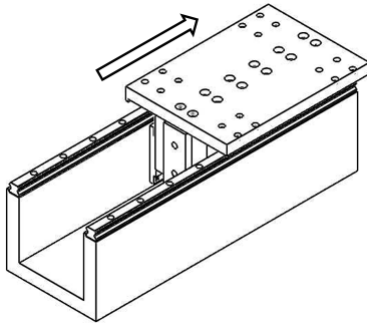


Abb. 5.23: Installation einer Seite der Statorn

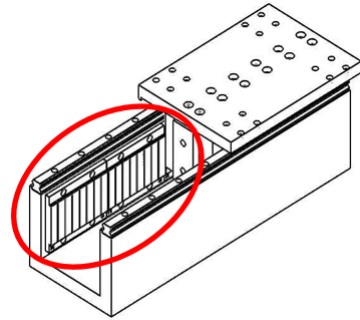


Abb. 5.24: Den nicht-magnetischen Gegenstand anbringen

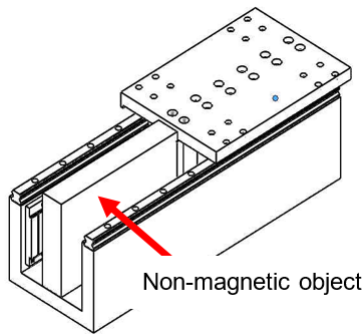


Abb. 5.25: Die andere Seite der Statorn installieren

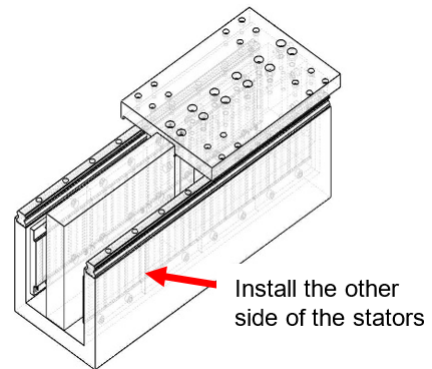


Abb. 5.26: LMSC-Kraft und Installation des Stators

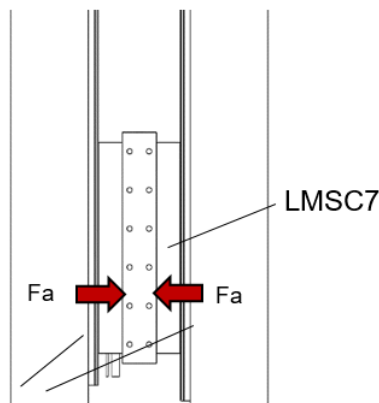


Tabelle 5.2: Tabelle zur Entsprechung von ungleichmäßigem Luftspalt und Anziehungskraft LMSC

Luftspalt 1 (mm)	0	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
Luftspalt 2 (mm)	1,5	1,45	1,35	1,25	1,15	1,05	0,95	0,85	0,75
Anziehungskraft $F_a$ (N)	2.838	2.633	2.230	1.840	1.461	1.090	724	361	0

## 5.2 Einbau eines eisenlosen Linearmotors

### 5.2.1 Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau des LMC-Forcers und -Stators

**⚠ Warnung!** Gefahren bei der Montage von Forcer und Stator.

Beim Handhaben der Produkte ein Einquetschen der Hände vermeiden.

- ▶ Bitte behandeln Sie den Stator vorsichtig, um Quetschverletzungen zu vermeiden.

**! Achtung!**

- ▶ Das Warnschild am Stator muss nach oben zeigen
- ▶ Nach dem Einbau der Statorbaugruppe gemäß Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, achten Sie bitte besonders auf den Abstand zwischen den Statoren.
- ▶ Das Schraubendrehmoment für die Befestigung der Baugruppe aus Forcer und Stator finden Sie unter Abschnitt [9.1.2](#).
- ▶ Für die Auswahl der Schraubenlänge und Gewindetiefe, siehe Abschnitt [9.1.2](#).

Montageschritte:

- ▶ Verwenden Sie ein sauberes Wischtuch, das Sie mit Alkohol (95 %iger Industrialkohol) tränken, und reinigen Sie die Installationsschnittstelle. (siehe [Abb. 5.27](#))
- ▶ Befestigen Sie die Statorbaugruppe ② auf der rechten Seite mit den Schrauben ① auf der Grundplatte ③. (siehe [Abb. 5.28](#))
- ▶ Schrauben ④ verwenden, um den Forcersockel ⑤ auf dem Laufwagen ⑥ zu montieren. (siehe [Abb. 5.29](#))
- ▶ Den Forcersockel ⑦ auf die linke Seite schieben, um die Befestigung der Forceranordnung ⑧ zu erleichtern. (siehe [Abb. 5.30](#))
- ▶ Die ordnungsgemäß installierte Forcer-Baugruppe ⑨ auf die rechte Seite bewegen und prüfen, ob die Forcer- und Stator-Baugruppe ordnungsgemäß eingebaut sind, um für die Installation des nächsten Statorsatzes bereit zu sein. (siehe [Abb. 5.31](#))
- ▶ Die restlichen Statorbaugruppen ⑩ auf der Grundplatte ⑪ befestigen. (siehe [Abb. 5.32](#))
- ▶ Nach Abschluss der Installation den Sockel des Forcers bewegen und gleiten lassen, um sicherzustellen, dass es keine Störungen gibt. (siehe [Abb. 5.33](#))

Abb. 5.27: Die Installationsschnittstelle reinigen

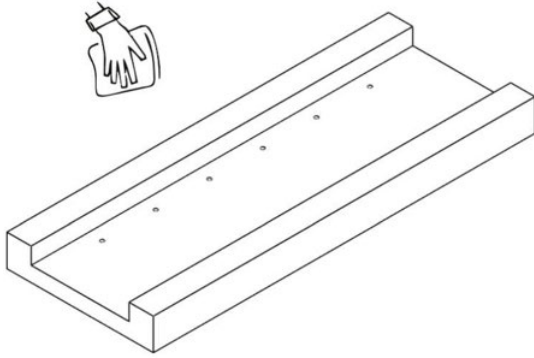


Abb. 5.28: Einbau des Stators

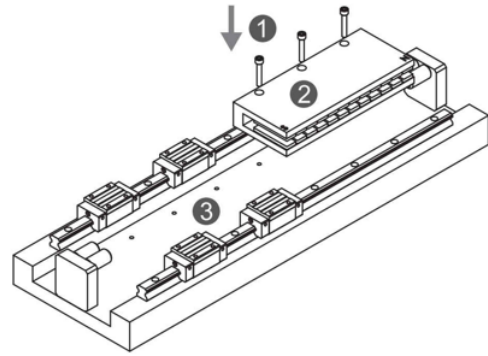


Abb. 5.29: Installation des Forcersockels

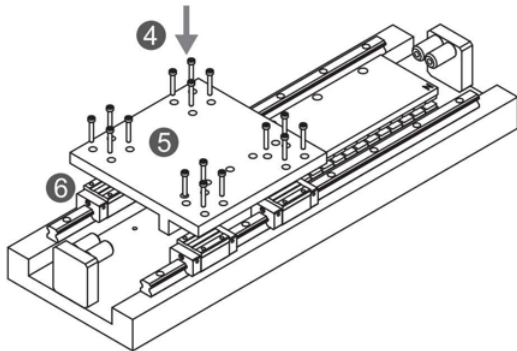


Abb. 5.30: Den Forcersockel bewegen

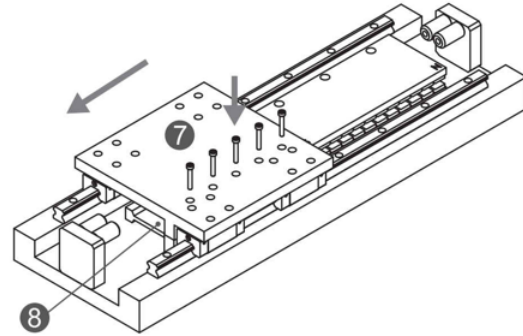


Abb. 5.31: Installation des Forcers

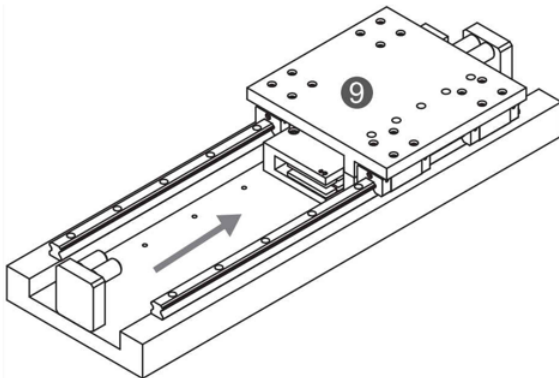


Abb. 5.32: Einbau des Stators

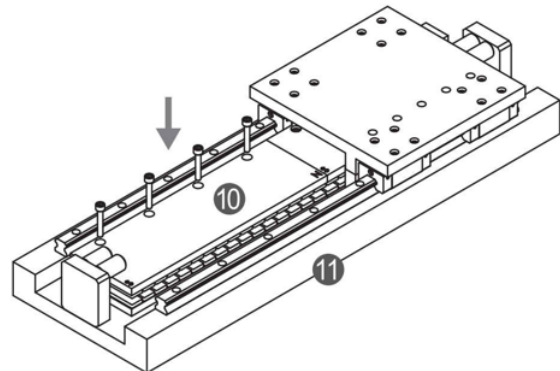
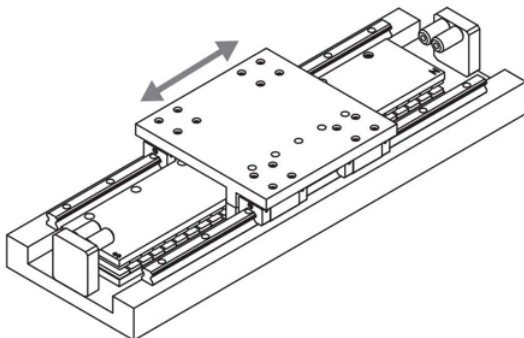


Abb. 5.33: Bestätigung der ordnungsgemäßen Montage



## 5.2.2 Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau von LMT Forcer und Stator

**⚠️ Warnung!** Gefahren bei der Montage von Forcer und Stator.

Beim Handhaben der Produkte ein Einquetschen der Hände vermeiden.

- ▶ Bitte behandeln Sie den Stator vorsichtig, um Quetschverletzungen zu vermeiden.

**! Achtung!** Gefahren bei der Montage von Forcer und Stator.

Beachten Sie bei der Installation von Stator und Forcer einen ungewöhnlichen Abstand zwischen den Einheiten.

- ▶ Nach dem Einbau der Forceranordnung gemäß Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** darf die Konzentrität nicht mehr als 0,2 mm betragen.
- ▶ Nach dem Einbau der Statorbaugruppe gemäß Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, achten Sie bitte besonders auf den Abstand zwischen den Statoren.
- ▶ Das Schraubendrehmoment für die Befestigung der Baugruppe aus Forcer und Stator finden Sie unter Abschnitt 9.1.2.
- ▶ Für die Auswahl der Schraubenlänge und Gewindetiefe, siehe Abschnitt 9.1.2.

Montageschritte:

- ▶ Ein sauberes Wischtuch verwenden, das Sie in Alkohol (95 %iger Industrialkohol) tauchen, und die Statorbaugruppe reinigen. (siehe [Abb. 5.34](#))
- ▶ Die Forceranordnung ① auf der Statoranordnung ② positionieren. (siehe [Abb. 5.35](#))
- ▶ Verwenden Sie Schrauben ③, um die Statoranordnung ④ auf dem Befestigungssockel ⑤ zu montieren, und messen Sie den Höhenunterschied sowie den Unterschied zwischen der linken und der rechten Seite, wobei dieser Unterschied nicht größer als 0,2 mm sein darf (siehe [Abb. 5.36](#)).
- ▶ Montieren Sie den Forcersockel ⑦ mit Schrauben ⑥ auf dem Laufwagen ⑧ (siehe [Abb. 5.37](#)).
- ▶ Verwenden Sie Schrauben ⑨, um die Forceranordnung ⑩ am Forcersockel ⑪ zu befestigen (siehe [Abb. 5.38](#)).
- ▶ Bewegen und schieben Sie nach Abschluss der Installation den Forcersockel, um sicherzustellen, dass er nicht im Weg ist (siehe [Abb. 5.39](#)).

Abb. 5.34: Die Installationsschnittstelle reinigen

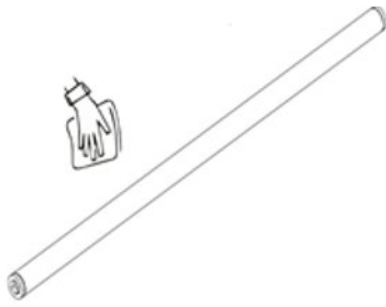


Abb. 5.35: Forcer und Stator montieren

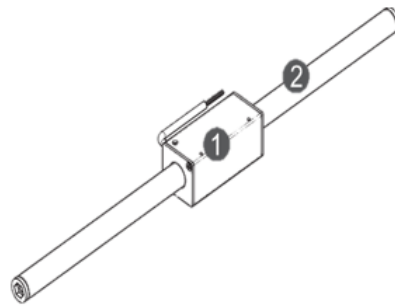


Abb. 5.36: Einbau des Stators

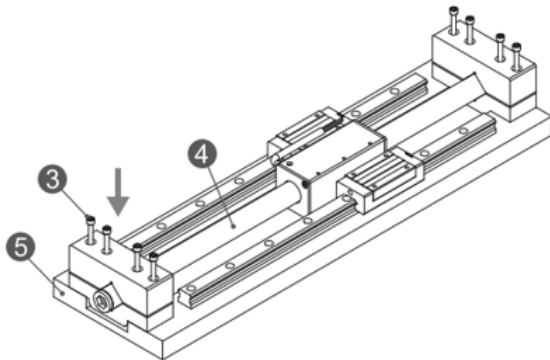


Abb. 5.37: Installation des Forcersockels

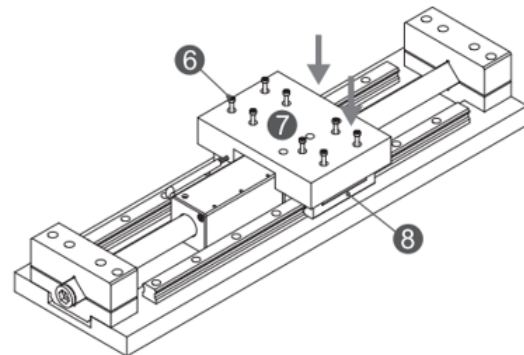


Abb. 5.38: Installation des Forcers

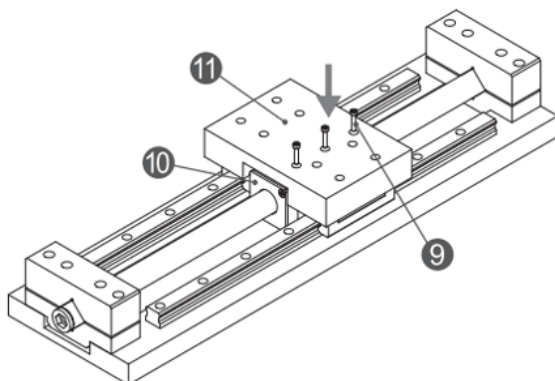
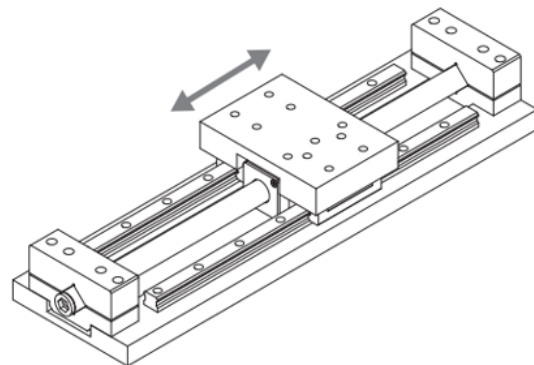


Abb. 5.39: Bestätigung der ordnungsgemäßen Montage





## 5.3 Montage des LMFC Präzisionskühlsystems

### 5.3.1 Präzisionswasserkühlungssystem für Motor und Stator

Schritt zum Zusammenbau (Forcer Präzisions-Wasserkühlung): siehe [Abb. 5.40](#) ~ [Abb. 5.41](#).

- Die Forcer-Präzisionswasserkühlung ② auf dem Forcer ③ positionieren. Die Positionen der beiden Bohrungen in den beiden Teilen müssen übereinstimmen und in die gleiche Richtung weisen.
- Die Positionen der Bohrungen des Forcersockels ① und die Forcer-Präzisions-Wasserkühlung ② mit dem Forcer ③ ausrichten und dann installieren.
- Nach Abschluss der Befestigung kann die Anordnung dann auf dem Laufwagen installiert werden. Bitte beachten Sie die Hinweise in [Abschnitt 5.1.2](#).

Abb. 5.40: Abbildung der Forcer-Präzisionswasserkühlung

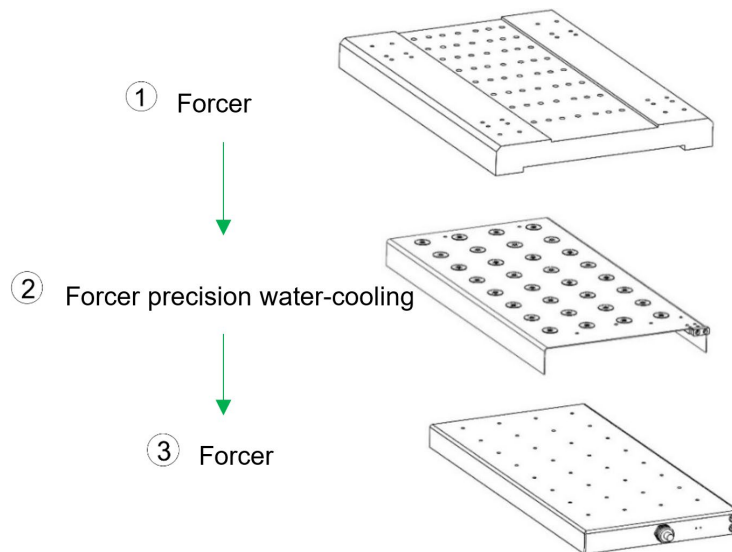
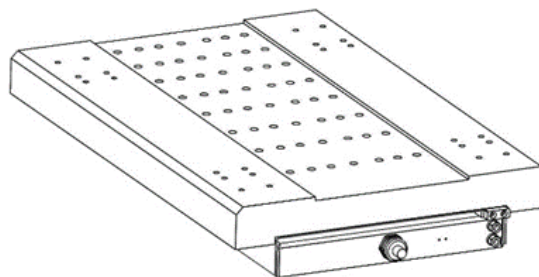


Abb. 5.41: Ansicht der installierten Forcer-Präzisionswasserkühlung



Montage (Stator-Präzisionswasserkühlung): (siehe [Abb. 5.42](#))

- ▶ Den Anschlusssockel ① an einer Seite an der Arbeitsposition der Betriebsplattform befestigen.
- ▶ Die Kühlrohre ② in den Anschlusssockel ① an der Plattform einführen.
- ▶ Wenn die Länge des Stators ⑤ länger ist, dann verwenden Sie die Verbindungsmethode, um die Kühlrohre ② zu verbinden.
- ▶ Nachdem alle Kühlrohre ② vollständig installiert sind, verwenden Sie den Anschlusssockel ⑥ auf der anderen Seite zur Anpassung und Befestigung mit den Kühlrohren.
- ▶ Den Stator ⑤ an der entsprechenden Stelle auf die Kühlrohre ② setzen.
- ▶ Alle Statoren ⑤ befestigen. Für die Befestigung von mehreren Statorensätzen verweisen wir auf die in [Abschnitt 5.1.2](#) beschriebene Statormontage.



Abb. 5.42: Installation der Stator-Präzisionswasserkühlung

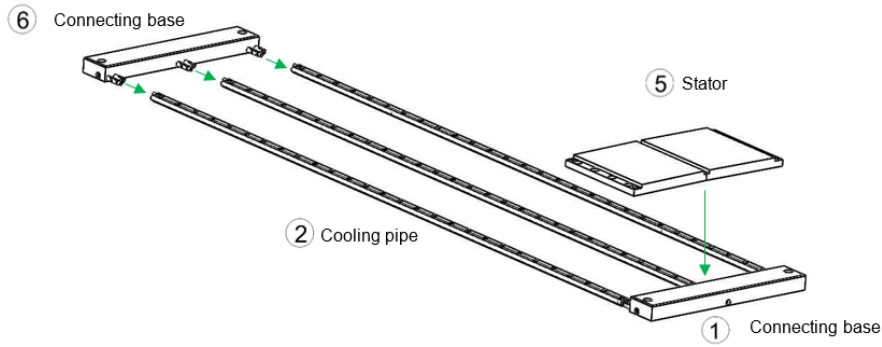
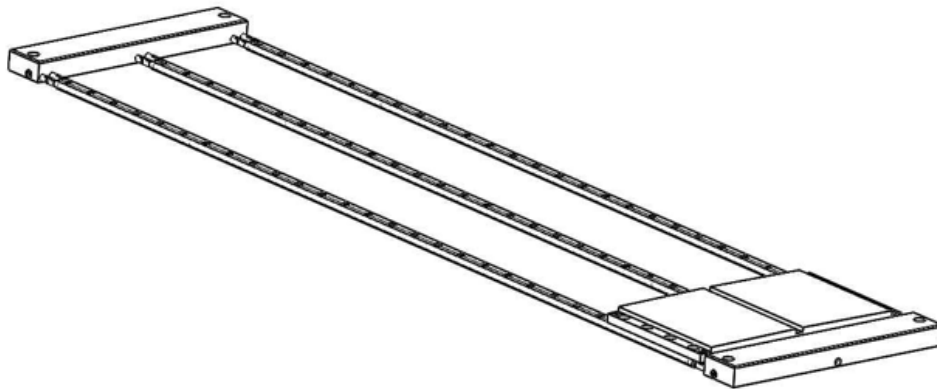


Abb. 5.43: Ansicht der installierten Stator-Präzisionswasserkühlung



### 5.3.2 Installation des Schnellanschlusses des wassergekühlten Motors

**Achtung!**

- ▶ Wenn ein Schnellanschluss mit einem Durchmesser von 1/8PT am Ein- oder Auslass befestigt wird, muss ein weißes Dichtungsband um den Anschluss gewickelt werden, um ein Austreten von Wasser zu verhindern.
- ▶ Wenn ein Schnellanschluss mit einem Durchmesser von G1/8 am Ein- oder Auslass befestigt wird, ist ein zusätzlicher O-Ring zu verwenden, um Leckagen zu verhindern.
- ▶ Wenn ein Schnellanschluss mit PTFE-Beschichtung auf dem Gewinde am Einlass oder Auslass befestigt wird, muss kein weißes Dichtungsband um den Anschluss gewickelt werden.
- ▶ Der maximale Druck des Wasserkühlkreislaufts beträgt 10 bar.
- ▶ Einen Drehmomentschlüssel verwenden (das maximale Drehmoment darf 9,8 Nm (100 kgf-cm) nicht überschreiten).
- ▶ Bei unsachgemäßer Installation kann es zu Schäden, Wasseraustritt oder Rissen im Wasserkühlungsanschluss kommen.
- ▶ Keines der Zubehörteile, die im Lieferumfang des Produkts enthalten sind, darf willkürlich entfernt werden; andernfalls ist die Leistung des Produkts nicht gewährleistet.

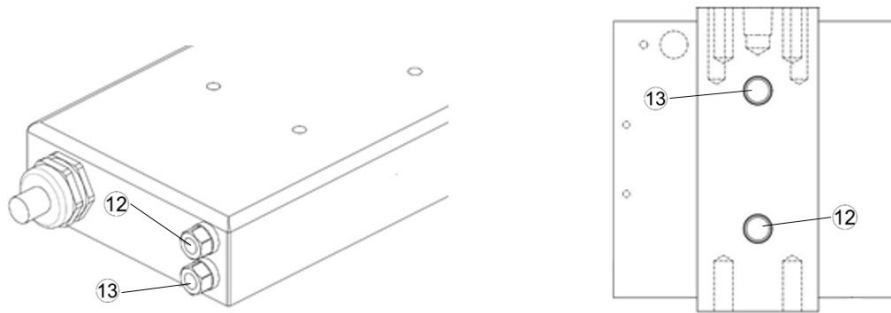
Die LMFA-Serie von Forcer-Spezifikationen umfasst LMFA, LMFA-P und LMFP, und die verwendeten Rohrgewinde sind in der Tabelle unten aufgeführt:

Tabelle 5.3: Anschlussgewinde für die Forcer-Wasserkühlung

Spezifikation des Forcers	Rohrgewinde
LMFA	1/8 PT
LMFA-P	G 1/8
LMFP	G 1/8
LMSC	1/8 PT

Der Wasserkühlungsanschluss ⑫ ist für den Einlass und der Wasserkühlungsanschluss ⑬ für den Auslass vorgesehen.

Abb. 5.44: Einbauort des Wasserkühlungsanschlusses



### 5.3.3 Installation des Schnellanschlusses des präzisionswassergekühlten Motors

Installation des Schnellanschlusses für den wassergekühlten LMFC-Motor

Der Wasserkühlungsanschluss ⑫ ist für den Einlass und der Wasserkühlungsanschluss ⑬ für den Auslass vorgesehen und beide sind G1/8.

Abb. 5.45: Einbauort des Forcer-Präzisionswasserkühlungsanschlusses

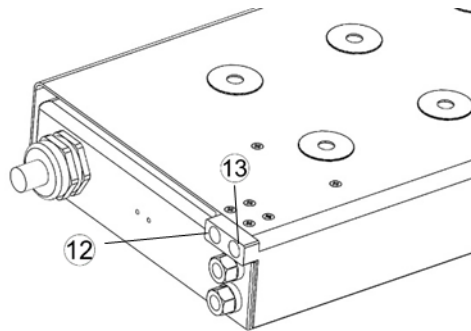
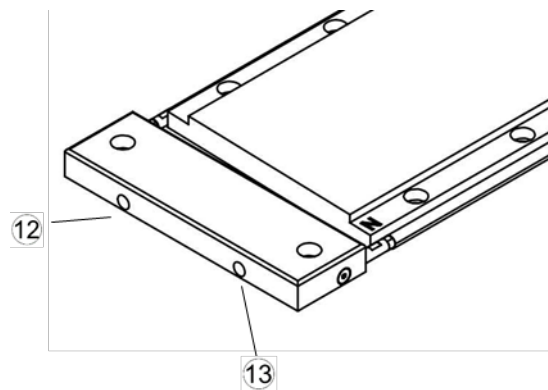


Abb. 5.46: Einbauort des Präzisionswasserkühlungsanschlusses des Stators

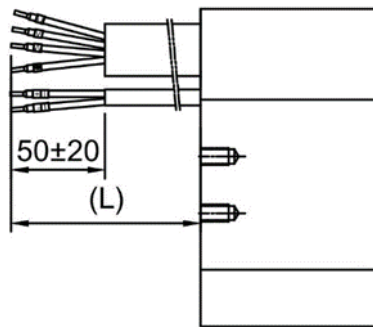


## 6 Auswahl des Motorzubehörs und der Stromleitungen

### 6.1 Ausführung der Versorgungsleitungen

Die Längen der Strom- und Temperaturleitung für Standard-Linearmotoren reichen von 0,5 m bis 1,2 m. Die Längeneinheit für Leitungen ist 100 mm. Die Leitungsabgänge können mit Anschlüssen oder mit offenen Enden versehen sein, wie in [Abb. 6.1](#) gezeigt.

Abb. 6.1: Steckdosenspezifikationen für Stromleitungen

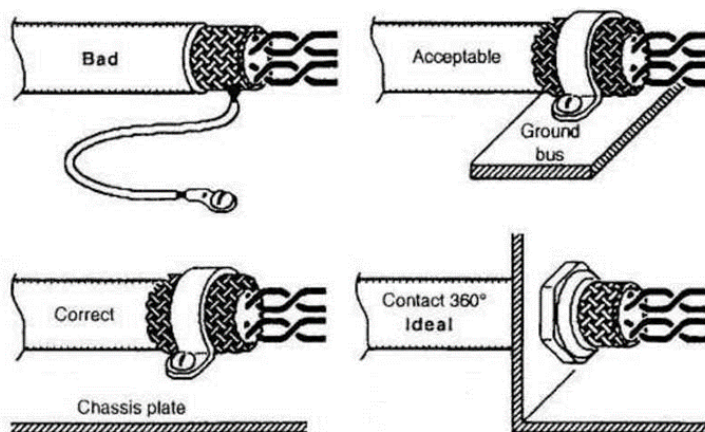


### 6.2 Empfohlene Ausführung der elektrischen Erdung

Die Abschirmung muss mit der Stromleitung oder der Temperaturleitung ausgestattet sein. Außerdem muss die Abschirmung geerdet werden (wie [Abb. 6.2](#) zeigt).

Nach dem Abmanteln der Abschirmung kann die gesamte Abschirmung auf eine geeignete Länge zugeschnitten werden, um die Arbeit zu erleichtern. Keinen Teil der Abschirmung abschneiden; andernfalls könnte die Abschirmung leicht brechen und die Wirksamkeit der Erdung beeinträchtigen.

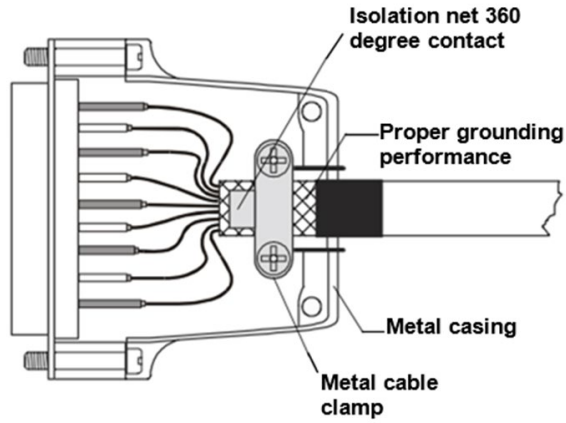
Abb. 6.2: Empfohlene Erdungsmethode



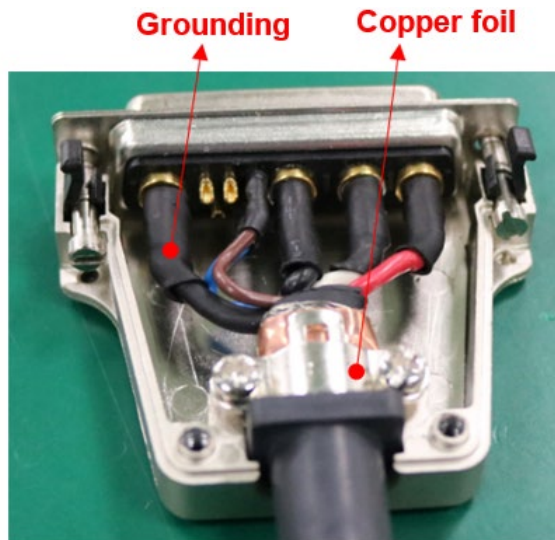
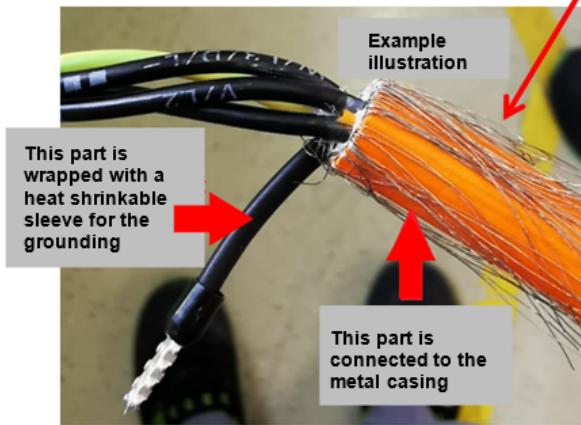
#### 6.2.1 Empfohlene Konstruktionsmethode für den Erdungsschutz eisenloser Linearmotoren

Für die Stromleitung des eisenlosen Linearmotors wird die Verwendung eines Isolationsnetzes zum Schutz der Erdung empfohlen. Das Isolationsnetz ist in zwei Teile geteilt, ein Teil für die Erdung und der andere Teil ist mit Kupferfolie umwickelt, um mit dem Metallgehäuse verbunden zu werden, wie in [Abb. 6.3](#) gezeigt.

Abb. 6.3: Erdungsschutz für eisenlosen Linearmotor



Divide the isolation net into two parts, of which one part for the grounding, and the other part is wrapped with copper foil to connect to the metal casing.



### 6.3 Anschlussempfehlungen für Verlängerungsleitungen

Da die Linearmotoren der Serie LMSA-Z mit einem Anschluss ausgestattet sind, sollte in der tatsächlichen Anwendung eine Verlängerungsleitung angeschlossen werden. Befolgen Sie daher bitte die nachstehende Installationsmethode, um Fehler zu vermeiden.

Die Motorleitung sollte nach der Montage des Forcers auf der Forcer-Platte mit einem Kabelbinder und einer Kabelrinne befestigt werden. Außerdem sollte die Verlängerungsleitung mit einem Kabelbinder fixiert und in die Kabelkette eingelegt werden, um sicherzustellen, dass es ordnungsgemäß funktioniert (siehe [Abb. 6.4](#) und [Abb. 6.5](#)).

Wenn die Leitung nicht ordnungsgemäß installiert wird, wie in [Abb. 6.6](#) und [Abb. 6.7](#) gezeigt, können Fehler wie Rütteln und Abnutzung auftreten und zu einer ungewöhnlichen Situation führen.

#### Empfohlene Installationsmethode

Abb. 6.4: Die Motorleitung mit Kabelbinder und Kabelrinne befestigen

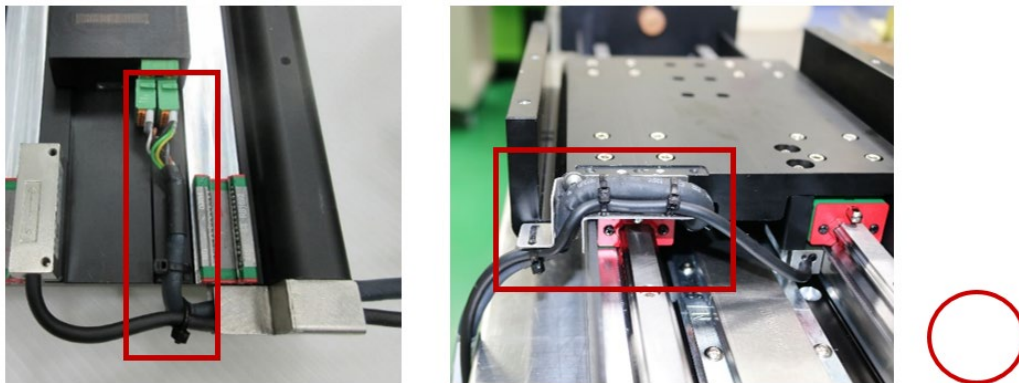
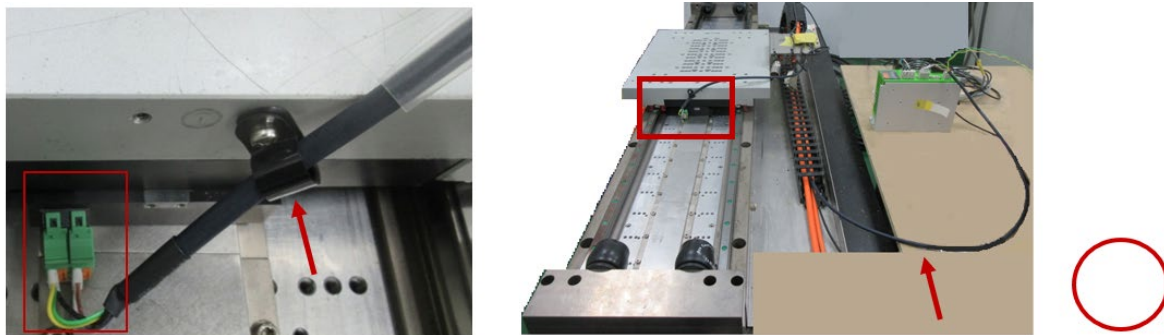


Abb. 6.5: Die Verlängerungsleitung mit einem Kabelbinder befestigen und in die Kabelkette einlegen



Unsachgemäße Installationsmethode

Abb. 6.6: Verlängerungsleitung ist nicht befestigt

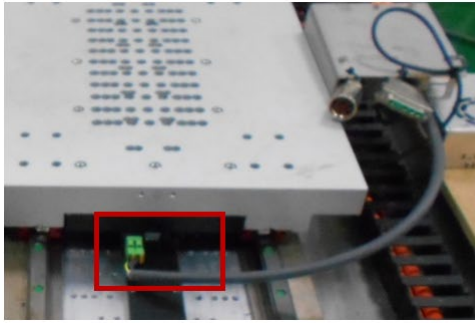
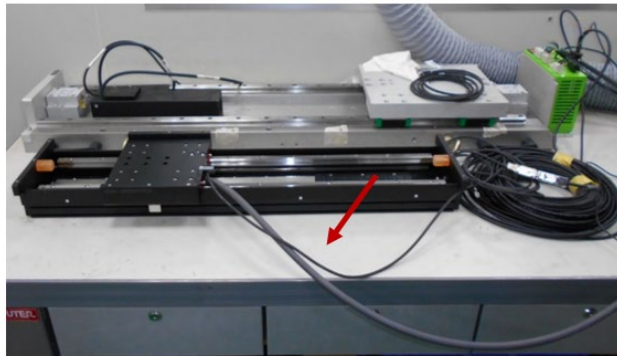


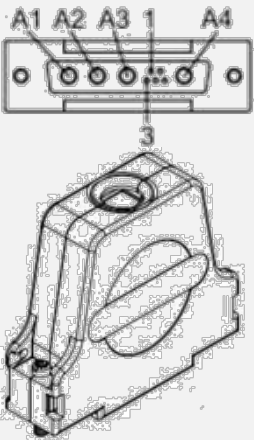
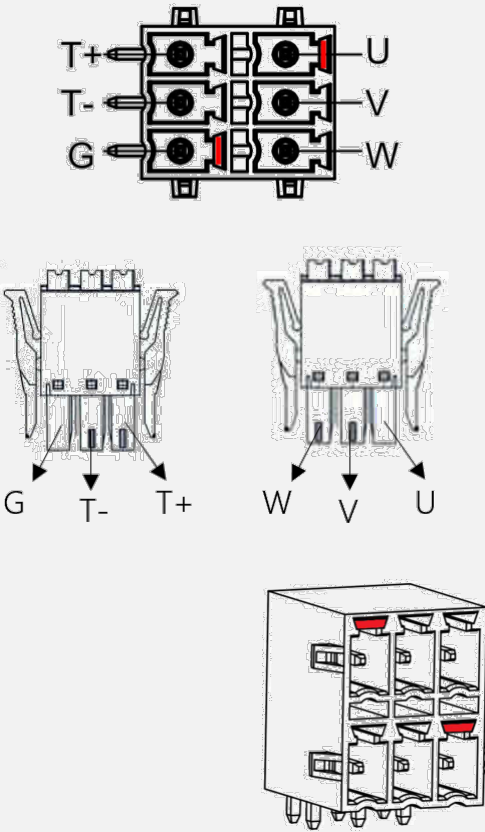
Abb. 6.7: Verlängerungsleitung ist nicht in die Kabelkette eingelegt

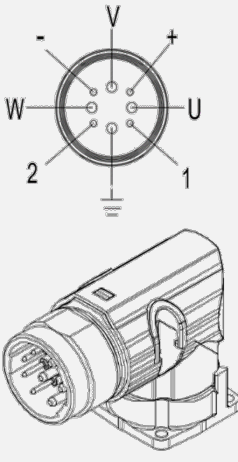
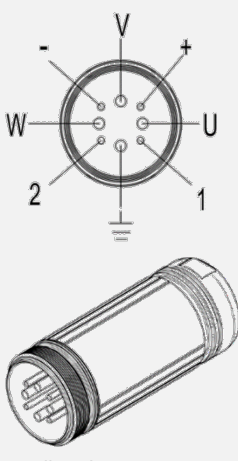
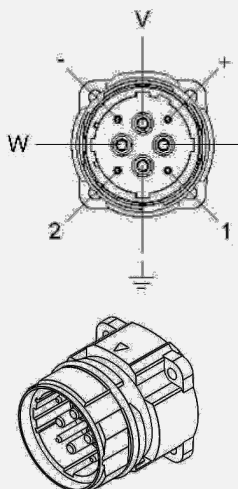




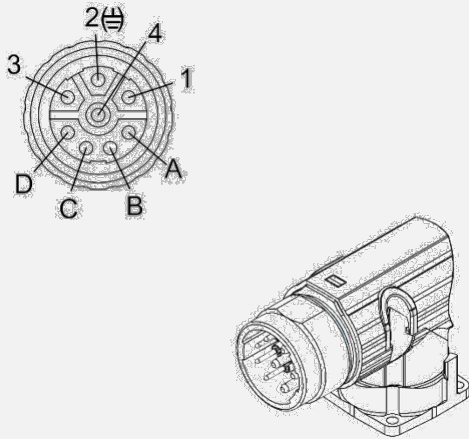
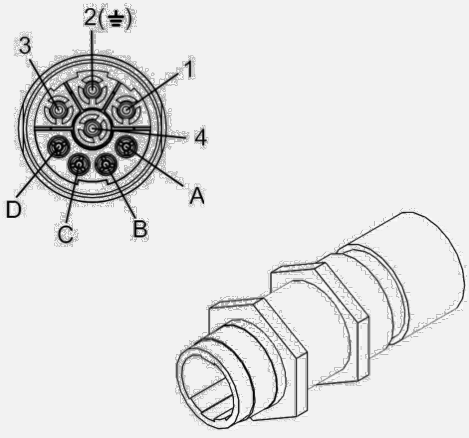
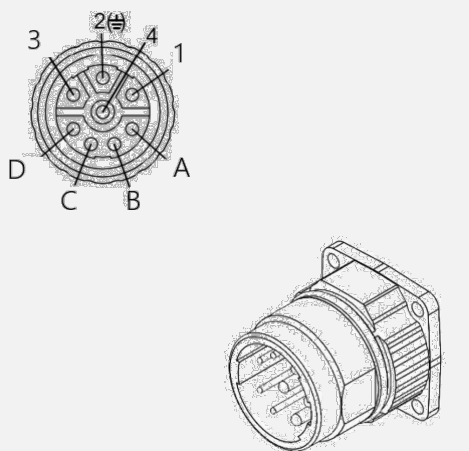
### 6.4 Anschlussauswahl und Pinbelegung

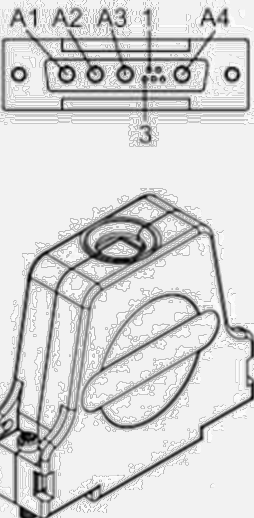
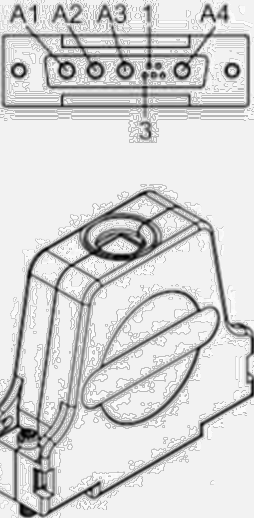
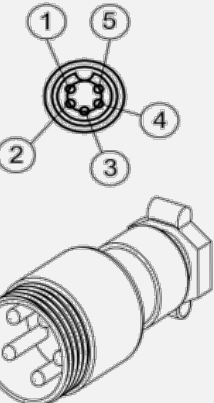
Tabelle 6.1: Anschlussauswahl Verdrahtungsplan

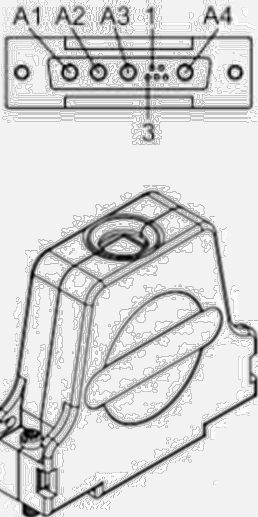
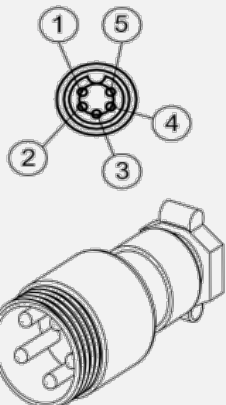
Modell	Anschluss	Pin																		
LMSA-Serie	 <p>D-Sub 9-poliger Stecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>FMK3G (Stecker)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>FALL</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		FMK3G (Stecker)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	FALL	
Stromlaufplan																				
FMK3G (Stecker)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
FALL																				
Serie LMSA-Z	 <p>Steckbare Klemmenblöcke</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Pin-Belegung</th> </tr> <tr> <th>Steckbare Klemmenblöcke</th> <th>Leitung Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>T+</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>T-</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>G</td> </tr> </tbody> </table>	Pin-Belegung		Steckbare Klemmenblöcke	Leitung Signal	U	V	V	U	W	W	T+	T+	T-	T-	G	G		
Pin-Belegung																				
Steckbare Klemmenblöcke	Leitung Signal																			
U	V																			
V	U																			
W	W																			
T+	T+																			
T-	T-																			
G	G																			

Modell	Anschluss	Pin																															
<p>Serie LMFA (940)</p>	 <p>Metalstecker (abgewinkelt und drehbar)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td>T+</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T1+</td> <td rowspan="2">PTC SNM120</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T2+</td> <td rowspan="2">Pt1000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan			Stecker	Signal		U	U		V	V		W	W					Fall	T+		+	T1+	PTC SNM120	-	T1-	1	T2+	Pt1000	2	T2-
Stromlaufplan																																	
Stecker	Signal																																
U	U																																
V	V																																
W	W																																
Fall	T+																																
+	T1+	PTC SNM120																															
-	T1-																																
1	T2+	Pt1000																															
2	T2-																																
	 <p>Metalstecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T1+</td> <td rowspan="2">PTC SNM120</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T2+</td> <td rowspan="2">Pt1000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan			Stecker	Signal		U	U		V	V		W	W					Fall			+	T1+	PTC SNM120	-	T1-	1	T2+	Pt1000	2	T2-
Stromlaufplan																																	
Stecker	Signal																																
U	U																																
V	V																																
W	W																																
Fall																																	
+	T1+	PTC SNM120																															
-	T1-																																
1	T2+	Pt1000																															
2	T2-																																
	 <p>Metalstecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U</td> <td>U</td> <td></td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>V</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>W</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T1+</td> <td rowspan="2">PTC SNM120</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T1-</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>T2+</td> <td rowspan="2">Pt1000</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>T2-</td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan			Stecker	Signal		U	U		V	V		W	W					Fall			1	T1+	PTC SNM120	2	T1-	+	T2+	Pt1000	-	T2-
Stromlaufplan																																	
Stecker	Signal																																
U	U																																
V	V																																
W	W																																
Fall																																	
1	T1+	PTC SNM120																															
2	T1-																																
+	T2+	Pt1000																															
-	T2-																																



Modell	Anschluss	Pin																						
LMFA-Serie (923)	 <p data-bbox="311 660 646 694">Metallstecker(abgewinkelt und drehbar)</p>	<table border="1" data-bbox="965 212 1252 627"> <thead> <tr> <th colspan="2">Verdrahtungstabelle</th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>2(⏏)</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+ (grau) — PTC</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1- (grau) — SNM120</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+ (rot) — Pt1000</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2- (weiß) — Pt1000</td> </tr> </tbody> </table>	Verdrahtungstabelle		Stecker	Signal	1	U	4	V	3	W	2(⏏)	⏏	Fall		A	T1+ (grau) — PTC	B	T1- (grau) — SNM120	C	T2+ (rot) — Pt1000	D	T2- (weiß) — Pt1000
Verdrahtungstabelle																								
Stecker	Signal																							
1	U																							
4	V																							
3	W																							
2(⏏)	⏏																							
Fall																								
A	T1+ (grau) — PTC																							
B	T1- (grau) — SNM120																							
C	T2+ (rot) — Pt1000																							
D	T2- (weiß) — Pt1000																							
	 <p data-bbox="311 1220 430 1254">Metallstecker</p>	<table border="1" data-bbox="965 784 1252 1310"> <thead> <tr> <th colspan="2">Verdrahtungstabelle</th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>2(⏏)</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+ (grau) — PTC</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1- (grau) — SNM120</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+ (rot) — Pt1000</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2- (weiß) — Pt1000</td> </tr> </tbody> </table>	Verdrahtungstabelle		Stecker	Signal	1	U	4	V	3	W	2(⏏)	⏏	Fall		A	T1+ (grau) — PTC	B	T1- (grau) — SNM120	C	T2+ (rot) — Pt1000	D	T2- (weiß) — Pt1000
Verdrahtungstabelle																								
Stecker	Signal																							
1	U																							
4	V																							
3	W																							
2(⏏)	⏏																							
Fall																								
A	T1+ (grau) — PTC																							
B	T1- (grau) — SNM120																							
C	T2+ (rot) — Pt1000																							
D	T2- (weiß) — Pt1000																							
	 <p data-bbox="311 1814 430 1848">Metallstecker</p>	<table border="1" data-bbox="965 1355 1252 1881"> <thead> <tr> <th colspan="2">Verdrahtungstabelle</th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>2(⏏)</td> <td>⏏</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>T1+ — PTC</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>T1- — SNM120</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>T2+ — Pt1000</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>T2- — Pt1000</td> </tr> </tbody> </table>	Verdrahtungstabelle		Stecker	Signal	1	U	4	V	3	W	2(⏏)	⏏	Fall		A	T1+ — PTC	B	T1- — SNM120	C	T2+ — Pt1000	D	T2- — Pt1000
Verdrahtungstabelle																								
Stecker	Signal																							
1	U																							
4	V																							
3	W																							
2(⏏)	⏏																							
Fall																								
A	T1+ — PTC																							
B	T1- — SNM120																							
C	T2+ — Pt1000																							
D	T2- — Pt1000																							

Modell	Anschluss	Pin																		
LMSC7	 <p>D-Sub 9-poliger Stecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>FMK3G (Stecker)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		FMK3G (Stecker)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	Fall	
Stromlaufplan																				
FMK3G (Stecker)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
Fall																				
LMSS11	 <p>D-Sub 9-poliger Stecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>FMK3G (Stecker)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		FMK3G (Stecker)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	2	T-	Fall	
Stromlaufplan																				
FMK3G (Stecker)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
2	T-																			
Fall																				
LMC A/B/C/D/E/ EFC/HUB	 <p>M16-P5P (Stecker)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		Stecker	Signal	1	V	2	U	3	W	Fall	GND	4	T+	5	T-		
Stromlaufplan																				
Stecker	Signal																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Fall	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

Modell	Anschluss	Pin																		
LMC F/EFE/EFF	 <p>D-Sub 9-poliger Stecker</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>FMK3G (Stecker)</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>T-</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		FMK3G (Stecker)	Signal	A1	V	A2	U	A3	W	A4	GND	1	T+	3	T-	Fall	
Stromlaufplan																				
FMK3G (Stecker)	Signal																			
A1	V																			
A2	U																			
A3	W																			
A4	GND																			
1	T+																			
3	T-																			
Fall																				
LMT 2/6/A/B/C	 <p>M16-P5P (Stecker)</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Stromlaufplan</th> </tr> <tr> <th>Stecker</th> <th>Signal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>V</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>U</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>Fall</td> <td>GND</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>T+</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>T-</td> </tr> </tbody> </table>	Stromlaufplan		Stecker	Signal	1	V	2	U	3	W	Fall	GND	4	T+	5	T-		
Stromlaufplan																				
Stecker	Signal																			
1	V																			
2	U																			
3	W																			
Fall	GND																			
4	T+																			
5	T-																			

## 6.5 Konfiguration des Übertemperaturschutzes

Tabelle 6.2: Konfigurationsdiagramm des Übertemperaturschutzes

	Konfigurationsdiagramm
PTC SNM120	<p>T1 - (gelb)      T1 + (rot)</p> <p>Phase 1</p> <p>Phase 2</p> <p>Phase 3</p>
PT1000	<p>T2 + (schwarz)    T2 - (weiß)</p>
SKM120	<p>T - (blau)      T - (braun)</p> <p>Phase 1</p> <p>Phase 2</p> <p>Phase 3</p>

## 6.6 Hallsensor

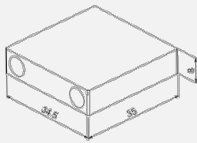
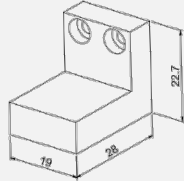
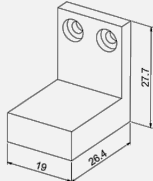
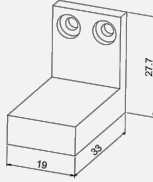
**⚠ Warnung!** Verletzungsgefahr durch unkontrollierte Bewegungsabläufe!

Ein falsch installierter oder angeschlossener Hallsensor kann unkontrollierte Motorbewegungen verursachen, die zu Verletzungen führen oder die Maschine beschädigen können.

► Der Hallsensor darf nur von Fachpersonal angeschlossen werden.

Für die Antriebsregelung eines Linearmotors sind Hallsensoren erhältlich, um den optimalen elektrischen Winkel herzustellen. Hallsensoren können je nach Art der Signalausgabe in digitale und analoge Sensoren unterteilt werden. Ein digitaler Hallsensor weist einen vergleichsweise besseren Interferenzschutz auf, hat aber einen maximalen elektrischen Winkelfehler von 30°. Ein analoger Hallsensor ist anfällig für Interferenzen, hat jedoch keinen elektrischen Winkelfehler. Im Folgenden werden die Hallsensoren für eisenbehaftete und eisenlose Linearmotoren näher beschrieben.

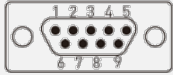
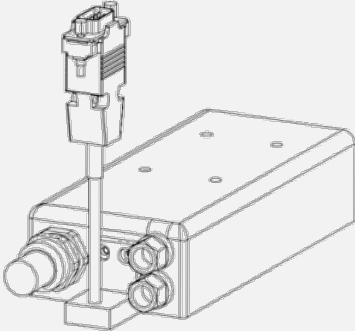
Tabelle 6.3: Vergleichstabelle der Spezifikationen von Hallsensoren mit digitalem Signal für Linearmotoren mit Eisenkern


Hallsensor Spezifikation	Ausgangssignal	Ausgabeart	Hallsensor Darstellung der Abmessungen	Dazugehörige Linear-Motorenserien
LMAHS	Digital	Anschluss		LMS-Serie
LMAHS-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHSA	Digital	Anschluss		LMSA-Serie
LMAHSA-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHF1	Digital	Anschluss		Serie LMFA0~2
LMAHF1-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHF2	Digital	Anschluss		Serie LMFA3~6
LMAHF2-W	Digital	Blanke Leitung		

**Ausgabeart und Signaleitung**

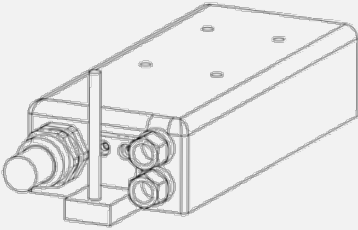
**Beispiel 1: Anschluss Ausgabeart und Signalleitungspins**

**Connector**  
D-Sub male 9 channel plug

Signalleitung	
Signal	Farbe
VDC	1
Hall A (out)	2
Hall B (out)	3
Hall C (out)	4
GND	5
	Gehäuse

**Beispiel 2: Ausgabeart bei blankem Leitung und Signalleitungspins**




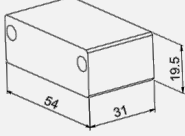
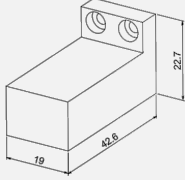
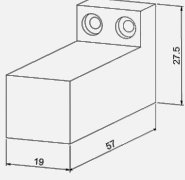
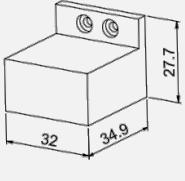
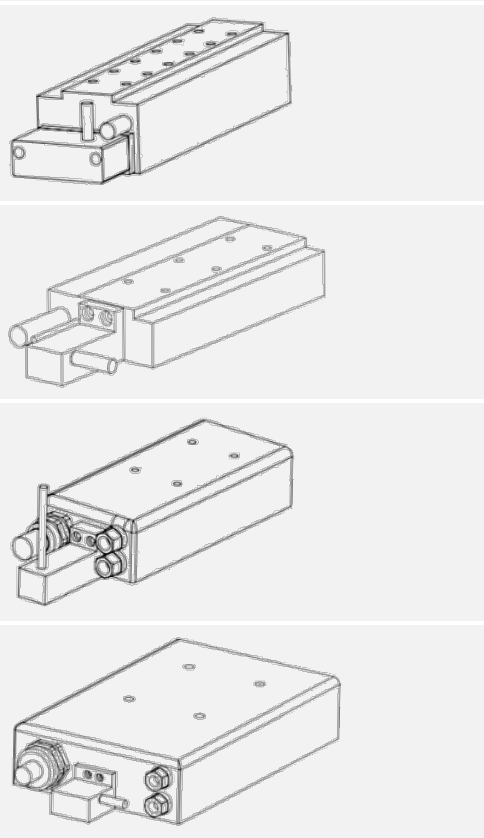
Signalleitung	
Signal	Farbe
VDC	Braun
Hall A (out)	Weiß
Hall B (out)	Grau
Hall C (out)	Gelb
GND	Grün
	Isolationsnetz

Tabelle 6.4: Vergleichstabelle der Spezifikationen von Hallensoren mit analogem Signal für Linearmotoren mit Eisenkern

Hallsensor Spezifikation	Ausgangs-Signal	Ausgabe-art	Hallsensor Darstellung der Abmessungen	Dazugehörige Linearmotorserien
LMHSA-D	Analog	Blanke Leitung		LMS-Serie
LMHSA-A-D	Analog	Blanke Leitung		LMSA Serie
LMHFA1-D	Analog	Blanke Leitung		Serie LMFA0~2
LMHFA2-D	Analog	Blanke Leitung		Serie LMFA3~6

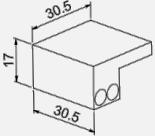
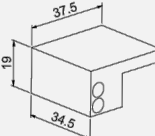
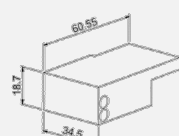
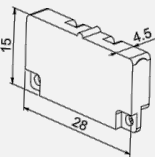
**Ausgabeart und Signalpins**

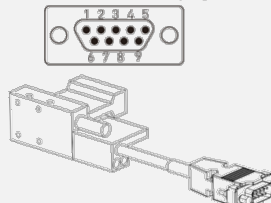
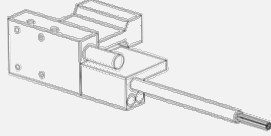
Beispiel: Analoges Ausgangssignal mit blankem Leitung und Signalleitungspins



Signalleitung	
Signal	Farbe
VDC	Braun
A+	Rot
A-	Blau
B+	Gelb
B-	Grün
GND	Weiß
	Isolationsnetz

Tabelle 6.5: Vergleichstabelle der Spezifikationen von Hallensoren mit digitalem Signal für LMC

Hallsensor Spezifikation	Ausgang Signal	Ausgabeart	Hallsensor Darstellung der Abmessungen	Dazugehörige Linear-Motorenserien
LMAHC	Digital	Anschluss		LMCA/LMCB/LMCC-Serie
LMAHC-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHC2	Digital	Anschluss		LMCD/LMCE Serie
LMAHC2-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHC3	Digital	Anschluss		LMCF-Serie
LMAHC3-W	Digital	Blanke Leitung		
LMAHEF3	Digital	Anschluss		LMC-EFC/LMC-EFE/LMC-EFF-Serie
LMAHEF3-W	Digital	Blanke Leitung		

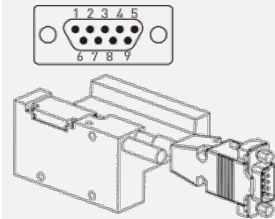
Dazugehörige Linearmotorserien	Ausgabeart und Signalepins																
LMCA/LMCB/LMCC-Serie LMCD/LMCE-Serie LMCF-Serie	<p>Beispiel 1: Anschluss Ausgabeart und Signalleitungspins</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Connector D-Sub male 9 channel plug</p>  </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Signal cable</th> </tr> <tr> <th>Signal</th> <th>Connector</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Casing</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Signal cable		Signal	Connector	Vcc	1	Hall A(out)	2	Hall B(out)	3	Hall C(out)	4	GND	5		Casing
	Signal cable																
Signal	Connector																
Vcc	1																
Hall A(out)	2																
Hall B(out)	3																
Hall C(out)	4																
GND	5																
	Casing																
	<p>Beispiel 2: Ausgabeart bei blankem Leitung und Signalleitungspins</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Signal cable</th> </tr> <tr> <th>Signal</th> <th>Color</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vcc</td> <td>Brown</td> </tr> <tr> <td>Hall A(out)</td> <td>White</td> </tr> <tr> <td>Hall B(out)</td> <td>Gray</td> </tr> <tr> <td>Hall C(out)</td> <td>Yellow</td> </tr> <tr> <td>GND</td> <td>Green</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Isolation net</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Signal cable		Signal	Color	Vcc	Brown	Hall A(out)	White	Hall B(out)	Gray	Hall C(out)	Yellow	GND	Green		Isolation net
Signal cable																	
Signal	Color																
Vcc	Brown																
Hall A(out)	White																
Hall B(out)	Gray																
Hall C(out)	Yellow																
GND	Green																
	Isolation net																



LMC-EFC/  
LMC-EFE/  
LMC-EFF-Serie

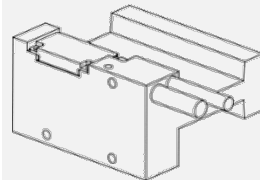
Beispiel 1: Anschluss Ausgabeart und Signalleitungspins

Connector  
D-Sub male 9 channel plug



Signal cable	
Signal	Connector
Vcc	1
Hall A(out)	2
Hall B(out)	3
Hall C(out)	4
GND	5
	Casing

Beispiel 2: Ausgabeart bei blankem Leitung und Signalleitungspins



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
Hall A(out)	White
Hall B(out)	Gray
Hall C(out)	Yellow
GND	Green
	Isolation net

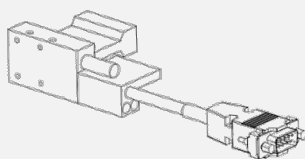
LMAHEF3 und LMAHEF3-W werden nicht separat angeboten, sondern müssen zusammen mit der entsprechenden Forcer-Serie bestellt werden. Dieser Hallsensor wird geliefert, nachdem er auf dem Forcer befestigt wurde.

Tabelle 6.6: Vergleichstabelle der Spezifikationen von Hallensoren mit analogem Signal für LMC

Hallsensor Spezifikation	Ausgang Signal	Ausgabeart	Abmessungen des Hallensors	Dazugehörige Linear-Motorenserien
LMAHCA-D	Analog	Blanke Leitung		LMCA/ LMCB/ LMCC-Serie

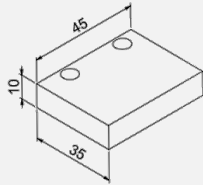
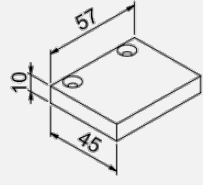
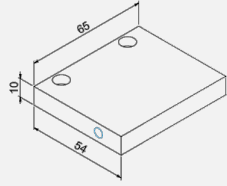
Ausgabeart und Signalpins

Beispiel 1: Ausgabeart bei blankem Leitung und Signalleitungspins



Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
A+	Red
A-	Blue
B+	Yellow
B-	Green
GND	White
	Isolation net

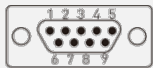
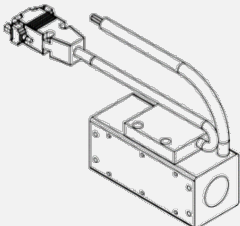
Tabelle 6.7: Vergleichstabelle der Spezifikationen von Hallensoren mit digitalem Signal für LMT


Hallsensor Spezifikation	Ausgang Signal	Ausgabeart	Hallsensor Darstellung der Abmessungen	Dazugehörige Linear-Motorenserien
LMDHTA	Digital	Anschluss		LMTA Serie
LMDHTA-W	Digital	Blanke Leitung		
LMDHTB	Digital	Anschluss		LMTB Serie
LMDHTB-W	Digital	Blanke Leitung		
LMDHTC	Digital	Anschluss		LMTC Serie
LMDHTC-W	Digital	Blanke Leitung		

**Ausgabeart und Signalpins**

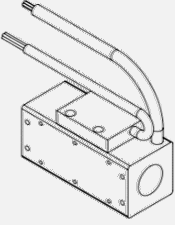
Beispiel 1: Anschluss Ausgabeart und Signalleitungspins


**Connector**  
D-Sub male 9 channel plug

Signal cable	
Signal	Connector
Vcc	1
Hall A(out)	2
Hall B(out)	3
Hall C(out)	4
GND	5
	Casing

Beispiel 2: Ausgabeart bei blankem Leitung und Signalleitungspins

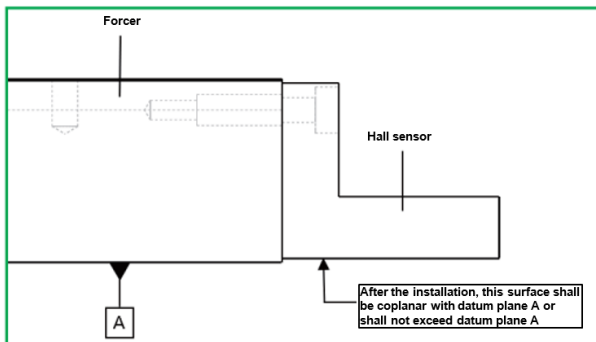


Signal cable	
Signal	Color
Vcc	Brown
Hall A(out)	White
Hall B(out)	Gray
Hall C(out)	Yellow
GND	Green
	Isolation net

### 6.6.1 Installationsanweisungen für Hallsensoren

Wenn ein Hallsensor auf einem Forcer befestigt wird, muss die Unterseite des Hallsensors koplanar mit der Bezugsebene A sein oder darf die Bezugsebene A nicht überschreiten.

Abb. 6.8: Installation des Hallsensors



### 6.6.2 Auswahl der Hallsensor-Schrauben

Für Hallsensoren von Linearmotoren mit Eisenkern sind M3-Schrauben zu verwenden. Bei Hallsensoren für eisenlose Linearmotoren gibt es je nach Modellnummer Unterschiede.

Tabelle 6.8: Auswahltabelle für Hall-Sensor-Schrauben

Spezifikation der Schraube	Dazugehörige Hallsensor-Serie
M2	LMAHEF3, LMAHEF3-W
M3	LMAHS, LMAHS-W, LMAHSA, LMAHSA-W LMAHF1, LMAHF1-W, LMAHF2, LMAHF2-W LMAHSA-D, LMAHSA-D, LMAHFA1-D, LMAHFA2-D LMAHC, LMAHC-W, LMAHC2, LMAHC2-W LMAHC3, LMAHC3-W, LMAHCA-D, LMDHTA, LMDHTA-W
M4	LMDHTB, LMDHTB-W, LMDHTC, LMDHTC-W

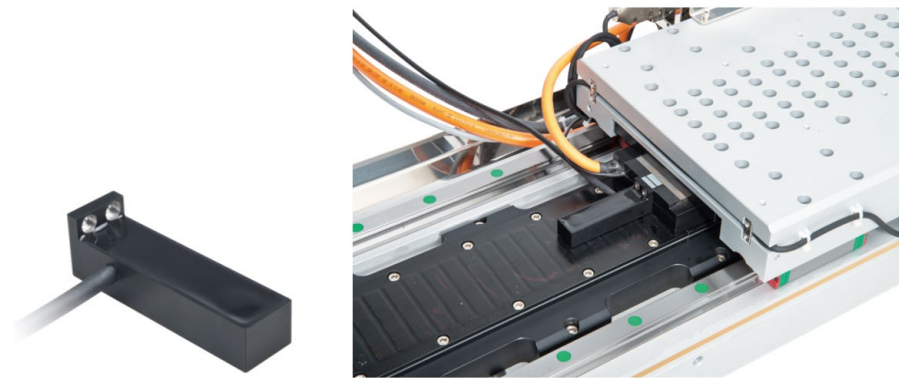
## 6.7 Hall-Geber

Ein analoger Hallgeber wird auf der Positionierungsplattform des Linearmotors verwendet. Neben den auf dem Markt erhältlichen inkrementalen Linearmaßstäben und magnetischen Maßstäben bietet dies den Kunden eine zusätzliche Option zur Auswahl von Gebern. Dazu wird lediglich die Installation eines Hallsensor-Lesekopfes erforderlich, so dass auf eine Positionsskala des Gebers verzichtet werden kann. So kann im Betrieb mit den vorhandenen Statorteilen des Linearmotors eine hervorragende Positionierfähigkeit erreicht werden.

Merkmale:

- Verwendung in Verbindung mit einem Linearmotor mit Eisenkern.
- Ersetzen linearer und magnetische Maßstäbe.
- Leicht zu montieren.
- Geeignet für Anwendungen mit allgemeinen Präzisionsanforderungen für Punkt-zu-Punkt-Langhub.
- Ausgezeichnete Staub-, Öl- und Wasserbeständigkeit.

Abb. 6.9: Abbildungen des Hallgebers



### 6.7.1 Anweisungen zur Codierung von Hallgebern

Prinzip der Codierung der Produktmodellnummer

Nummer	1	2	3	4
Code	LMAE	SA	A	05
1	LMAE	Serie		
2	SA	Spezifikation: SA: Betrieb mit Linearmotor LMSA F1: Betrieb mit Linearmotor LMFA0 ~ 2 F2: Betrieb mit Linearmotor LMFA3 ~ 6		
3	A	Signal: A: inkrementell a		
4	05	Leitungslänge: 0,5: 0,5 m 10: 1 m 30: 3 m 50: 5 m		

Signalpins (siehe [Tabelle 6.9](#))

Tabelle 6.9: Tabelle der Signalpins des Hallgebers

Funktion	Signal	Farbe
Leistung	+5V	Braun
	GND	Weiß
Ausgangssignal	SIN+	Grün
	SIN-	Gelb
	COS+	Blau
	COS-	Rot

### 6.7.2 Spezifikation der Kenndaten des Hallgebers

Tabelle 6.10: Hallgeberkenndaten

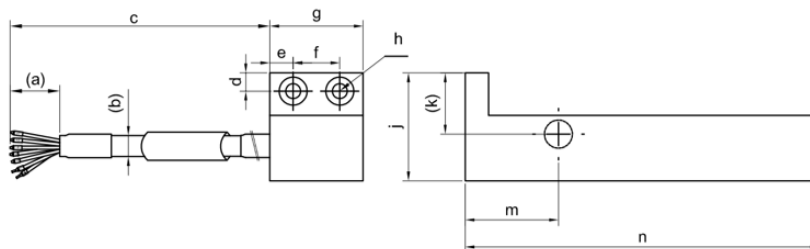
	LMAESA	LMAEF1	LMAEF2
Stromversorgung	5 V ± 5 %	5 V ± 5 %	5 V ± 5 %
Polabstand	30 mm	30 mm	46 mm
Auflösung <sup>(1)</sup>	7,5 µm	7,5 µm	11,5 µm
Wiederholbarkeit <sup>(1)</sup>	± 15 µm	± 15 µm	± 23 µm
Genauigkeit <sup>(1)(2)</sup>	± 45 µm	± 45 µm	± 69 µm
Signal Ausgangssignal	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p	SIN/COS 1Vp-p
Betriebstemperatur (darf nicht einfrieren)	0 °C ~ 50 °C	0 °C ~ 50 °C	0 °C ~ 50 °C
Lagertemperatur (darf nicht einfrieren)	-5 °C ~ 60 °C	-5 °C ~ 60 °C	-5 °C ~ 60 °C

**Hinweis:**

- Betrieb mit HIWIN-Antriebsverstärker, Unterteilungsmenge von 4000.
- Die Genauigkeit bezieht sich auf den Fehler nach der Kompensation (Betrieb mit HIWIN-Antriebsverstärker).
- LMAESA kann zusammen mit der einachsigen Positionierungsplattform SSA ausgeliefert werden, und die Wiederholgenauigkeit kann ± 5 µm erreichen.

### 6.7.3 Abmessung des Hallgebers

Abb. 6.10: Abmessung des Hallgebers



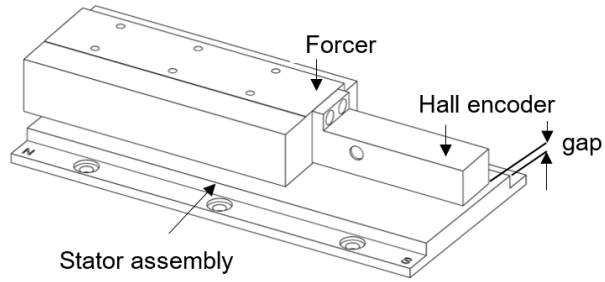


Tabelle 6.11: Spezifikation der Abmessungen von Hallgebern

Abmessung	LMAESA-A	LMAEF1-A	LMAEF2-A
a (mm)	50	50	50
b (mm)	5, Biegeradius R = 25	5, Biegeradius R = 25	5, Biegeradius R = 25
c (mm)	500 - 5.000	500 - 5.000	500 - 5.000
d (mm)	3,9	4,4	4,4
e (mm)	5	5	5
f (mm)	10	10	10
g (mm)	20	20	20
h (mm)	2-Ø3,5 BIS, Ø6×3DP	2-Ø3,5 BIS, Ø6×3DP	2-Ø3,5 BIS, Ø6×3DP
j (mm)	23,1	26,6	26,6
k (mm)	13,1	16,6	15,6
m (mm)	24,3	24,3	24,3
n (mm)	72,3	72,3	98,5
Spalt (mm)	1,1	1,4 (Art der Abdeckung)/ 1,9 (Typ Epoxid)	1,4 (Art der Abdeckung)/ 1,9 (Typ Epoxid)

## 7 Fehlerbehebung

Tabelle 7.1: Fehlerbehebung

Symptom	Ursache	Maßnahme
Der Motor kann sich überhaupt nicht drehen.	Falsche Leitungsverdrahtung	Das an den Regler angeschlossene Leitung überprüfen.
Falsche Drehrichtung	Falsche Gebereinstellung	Die Gebereinstellungen überprüfen.
	Falsche Verdrahtung der Motorstromleitung	Die an den Regler angeschlossene zweiphasige Stromleitung austauschen.
Brandgeruch	Ungewöhnlicher Betrieb des Kühlsystems	Das Kühlsystem überprüfen.
	Falsche Einstellung des Reglers	Die Einstellungen des Reglers überprüfen.
	Falsche Einstellung der Motorparameter	Einstellung der Motorparameter überprüfen.
Ungewöhnliche Temperatur des Motorgehäuses	Ungewöhnlicher Betrieb des Kühlsystems	Das Kühlsystem überprüfen.
	Falsche Einstellung des Reglers	Die Einstellungen des Reglers überprüfen.
	Ungewöhnlicher Betrieb	Montagemethode überprüfen.
	Ungewöhnliche Anzeige der Temperaturregelung	Montageverfahren und Erdung der Abschirmung überprüfen.
Instabile Rotation (Vibration)	Ausfall der Isolierung	Überprüfen, ob der Widerstandswert von Phase/Erde größer als 10 M $\Omega$ ist.
	Falsche Geberinstallation	Die Einbaufestigkeit des Gebers überprüfen.
	Falsches Gebersignal	Erdung und Anschluss des Gebers überprüfen.
	Störung des Gebersignals	Erdung der Abschirmung prüfen.
	Falsche Einstellung des Reglers	Die Einstellungen des Reglers überprüfen.
Schwer drehbar oder ungewöhnliche Reibungsgeräusche	Ungewöhnliche Installation des Rotors	Montagemethode überprüfen.
	Im Luftspalt befinden sich Fremdkörper.	Die Fremdkörper entfernen.
	Ungewöhnlicher Luftspalt	Die Montagetoleranz und die strukturelle Festigkeit überprüfen.

## 8 Entsorgung

### **Gefahr!** Gefahr durch starken Magneten!

Permanentmagnetische Werkstoffe müssen vor der Weiterverarbeitung vollständig entmagnetisiert werden. Andernfalls kann es zu schweren Schäden kommen.

- ▶ Bei der Entmagnetisierung dauermagnetischer Werkstoffe, die in einem festen, hitzebeständigen Behälter aus nichtmagnetischem Material in den Ofen eingebracht werden, muss die Hitze mindestens 300 °C während einer Haltezeit von mindestens 30 Minuten betragen.

### **Achtung!** Gefahr durch umweltgefährdende Stoffe!

Die Gefährdung der Umwelt richtet sich nach der Art der eingesetzten Stoffe.

- ▶ Bei der Abfallentsorgung sind die örtlich geltenden Vorschriften und das Recyclingverfahren für wiederverwertbare Materialien zu beachten.
- ▶ Zu den Abfällen gehören elektronische Materialien, Eisen, Aluminium, Isoliermaterial, permanentmagnetische Materialien usw. Bitte befolgen Sie die entsprechenden Verfahren für das Recycling.
- ▶ Wenn die für das Produkt verwendeten Verpackungsmaterialien recycelbar sind, müssen sie auch recycelt werden.

Wenn Produkte, die für Linearmotoren eingesetzt werden, ihr Verfallsdatum erreicht haben, müssen sie vor der Entsorgung ordnungsgemäß behandelt werden, insbesondere die permanentmagnetischen Materialien. Wenn sie nicht gemäß dem oben genannten Warnhinweis entmagnetisiert werden, können sie schwere Verletzungen verursachen.

HIWIN haftet nicht für Schäden, Unfälle oder Verletzungen, die durch Nichtbeachtung der oben genannten Vorsichtsmaßnahmen verursacht werden.



## 9 Anhang

### 9.1 Regeln und Anweisungen zur Schraubenauswahl

- Vor dem Einbau von Forcer- und Statorteilen zunächst die Einbaumaße prüfen.
- Die Montageflächen des Forcers und der Statorteile sowie die Oberflächen der Maschine reinigen.
- Bitte Schrauben verwenden, die der Norm DIN912 entsprechen und eine Festigkeit von 10.9 aufweisen.
- Bitte neue Schrauben verwenden und den wiederholten Aus- und Einbau von Forcer und Stator weitestgehend vermeiden.
- Die passenden Schrauben entsprechend den Abmessungen der Schraubenbohrungen/Gewindebohrungen von Forcer und Stator verwenden.
- Bei der Montage des Stators darf der Schraubenkopf nicht über die Oberfläche des Stators hinausragen.
- Zum Anziehen der Schrauben einen Drehmomentschlüssel verwenden und die empfohlenen Anzugsmomente nach der folgenden Tabelle beachten.
- Bei beweglichen und vibrierenden Strukturen müssen die Schrauben mit Schraubenkleber befestigt werden.

#### 9.1.1 Spezifikation der Montagebohrungen von Forcer und Stator

Tabelle 9.1: LMFA-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMFA-Serie Forcer		Stator der Serie LMFA	
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)	M5×0,8P×10DP	LMF0S□(E)	Ø4,5 BIS; Ø8×2DP
		LMF1S□(E)	Ø5,5 BIS; Ø10×1.5DP
LMFA0□(L)~LMFA2□(L)-P LMFP0□~2□	M5×0,8P×9DP	LMF2S□(E)	Ø5,5 BIS; Ø10×3.5DP
		LMF3S□(E)	Ø9 BIS; Ø15×6DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)	M8×1,25P×14DP	LMF4S□(E)	Ø9 BIS; Ø15×6DP
		LMF5S□E	Ø9 BIS; Ø15×6DP
LMFA3□(L)~LMFA6□(L)-P LMFP3□~6□	M8×1,25P×12,5DP	LMF6S□E	Ø6,5 BIS; Ø10.5×6DP

Tabelle 9.2: LMSA-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMSA Serie Forcer		Stator der Serie LMSA		
LMSA□□(L) LMSA□□-Z	M4×0,7P×4DP		Art der Abdeckung	Epoxid-Typ
		LMSA1S□(EA)	Ø4,5 BIS	Ø4,5 BIS, Ø8×5,7DP
		LMSA2S□(EA)	Ø5,5 BIS	Ø5,5 BIS, Ø10×5,7DP
		LMSA3S□(EA)	Ø5,5 BIS	Ø5,5 BIS, Ø10×5,7DP
		LMSACS□(EA)	Ø5,5 BIS	Ø5,5 BIS, Ø10×5,7DP

Tabelle 9.3: LMSS-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMSS-Serie Forcer		Stator der Serie LMSS	
LMSS11	M3×0,5P×5DP	LMSS1S□	Ø4,5 BIS

Tabelle 9.4: LMSC-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMSC-Serie Forcer		Stator der Serie LMSC	
LMSC7(L)	M8×1,25P×12DP	LMS3S□	Ø6,5 BIS, Ø11×4DP

Tabelle 9.5: LMC-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMC-Serie Forcer			Stator der Serie LMC	
	Untere Montagebohrung	Seitliche Montagebohrung		
LMCA	M3×0,5P×4,5DP	M4×0,7P×5DP	LMCAS□	Ø5,5 BIS, Ø9,5×8DP
LMCB			LMCBS□	Ø5,5 BIS, Ø9,5×8DP
LMCC			LMCCS□	Ø6,5 BIS, Ø11×10DP
LMCD	M5×0,8P×6DP	M4×0,7P×8DP	LMCDS□	Ø6,5 BIS, Ø11×8DP
LMCE			LMCES□	Ø6,5 BIS, Ø11×8DP
LMCF			M5×0,8P×9DP	LMCFS□

Tabelle 9.6: LMC-EF-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMC-EF-Serie Forcer		Stator der Serie LMC-EF	
	Untere Montagebohrung		
LMC-EFC	M4×0,7P×5DP M4×0,7P×12DP	LMC-EFCS □	Ø4,2 BIS, Ø7,5×6,35DP
LMC-EFE	M4×0,7P×5DP M4×0,7P×12DP	LMC-EFES □	Ø5,5 BIS, Ø9,5×6,85DP
LMC-EFF	M5×0,8P×10DP M5×0,8P×12DP	LMC-EFFS □	Ø5,5 BIS, Ø9,5×8DP

Tabelle 9.7: LMC-HUB-Forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Statorschraube

LMC-HUB-Serie Forcer			Stator der Serie LMC-HUB	
	Untere Montagebohrung	Seitliche Montagebohrung		
LMC-HUB	M3×0,5P BIS	M3×0,5P×3DP	LMC-HUBS □	Ø4,5 BIS, Ø8×4,5DP

Tabelle 9.8: LMT forcer, Spezifikationen der Montagebohrungen der Schraube

Forcer der LMT-Serie	
LMT2	M3×0,5P×5DP
LMT6	M3×0,5P×5DP
LMTA	M4×0,7P×6DP
LMTB	M6×1,0P×9DP
LMTC	M8×1,25P×12DP

9.1.2 Tabelle der empfohlenen Verschraubungstiefen für den Forcer

Tabelle 9.9: Tabelle für die Verschraubungstiefe von Forcer-Schrauben

Spezifikation des Forcers	Spezifikation der Schraube	Verschraubungstiefe H (mm)	Schematische Darstellung
LMSS	M3	4,5 <sub>0/-1</sub>	
LMSA	M4	3,5 <sub>0/-1</sub>	
LMFA0□~2□	M5	9 <sub>0/-2,5</sub>	
LMFA0□~2□-P	M5	8 <sub>0/-2</sub>	
LMFP0□~2□	M5	8 <sub>0/-2</sub>	
LMFA3□~6□	M8	12 <sub>0/-3,5</sub>	
LMFA3□~6□-P	M8	11 <sub>0/-3</sub>	
LMFP3□~6□	M8	11 <sub>0/-3</sub>	
LMSC7	M8	11 <sub>0/-3</sub>	
LMCA~C	M3 (unten)	4 <sub>0/-1</sub>	
	M4 (Seite)		
LMCD~E	M5 (unten)	5 <sub>0/-1</sub>	
	M4 (Seite)	6 <sub>0/-2</sub>	
LMCF	M5 (unten)	5 <sub>0/-1</sub>	
	M5 (Seite)	8 <sub>0/-2</sub>	
LMC-EFC~E	M4	4 <sub>0/-1</sub>	
		8 <sub>0/-3</sub>	
LMC-EFF	M5	8 <sub>0/-2s</sub>	
LMT2□	M3	4,5 <sub>0/-1</sub>	
LMT6□			
LMTA□	M4	5 <sub>0/-1</sub>	
LMTB□	M6	8 <sub>0/-2</sub>	
LMTC□	M8	11 <sub>0/-3</sub>	

**Hinweis:**  
Die LMC-EFC-Serie hat zwei Arten von Gewindebohrungen, siehe Katalogzeichnungen.

Tabelle 9.10: Verschraubungstiefen für Forcer mit Präzisionswasserkühlung

Spezifikation des Forcers	Spezifikation der Schraube	Verschraubungstiefe H (mm)	Schematische Darstellung
LMFA3□~6□	M8	24 <sub>0/-3,5</sub>	
LMFA3□~6□-P	M8	23 <sub>0/-3</sub>	
LMFP3□~6□	M8	23 <sub>0/-3</sub>	

**9.1.3 Tabelle der empfohlenen Mindesttiefe für die Statorverschraubung**

Tabelle 9.11: Tabelle der empfohlenen Tiefe für die Statorverschraubung

Material	Kohlenstoffstahl	Gusseisen	Aluminiumlegierung
Befestigungstiefe	1,2 × d	1,6 × d	1,8 × d

**Hinweis:**

Die maximale Befestigungstiefe wird anhand der Gewindebohrung an der bauseitigen Maschine bestimmt.

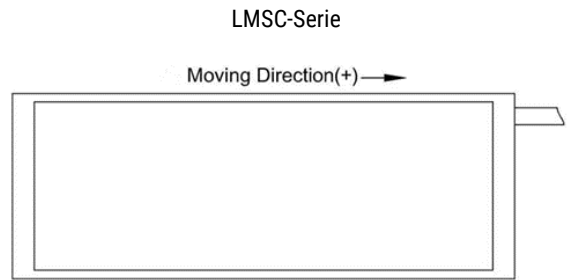
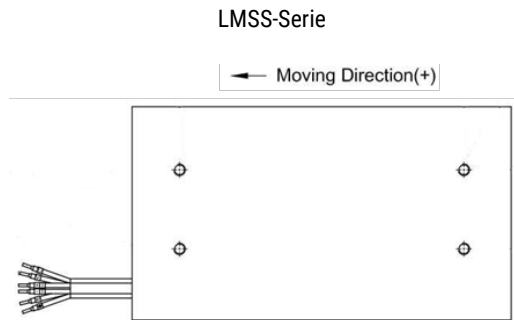
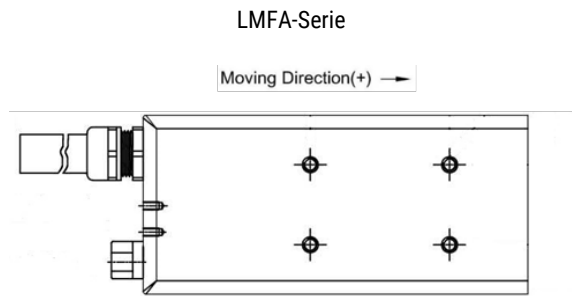
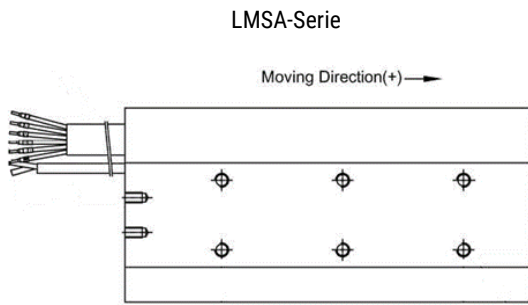
**9.1.4 Tabelle der empfohlenen Schraubendrehmomente für Forcer und Stator**

Tabelle 9.12: Tabelle der Schraubendrehmomente

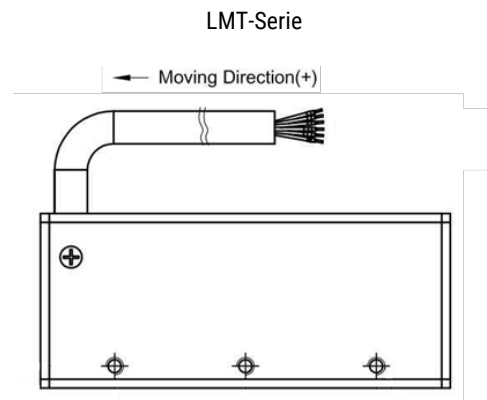
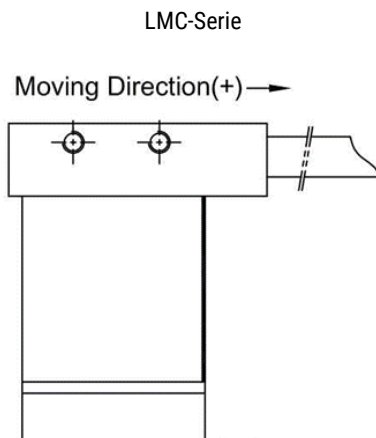
Abmessungen der Schraube	Drehmoment (kgf-cm)	Drehmoment (N-m)
M3 × 0,5P	15	1,5
M4 × 0,7P	34	3,3
M5 × 0,8P	69	6,8
M6 × 1,0P	118	11,6
M8 × 1,25P	286	28,1

## 9.2 Bewegungsrichtung des Linearmotors

Eisenkern:



Ohne Eisen:



### 9.3 Einführung von Fachbegriffen

#### Dauerkraft $F_c$ [N]

Sie ist definiert als die Ausgangsschubkraft des Motors, der bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C ohne Unterbrechung besteht. Die Dauerkraft entspricht dem an den Motor angelegten Dauerstrom  $I_c$ .

#### Dauerstrom $I_c$ [ $A_{eff}$ ]

Definiert als der Strom, der der Motorspule bei einer Umgebungstemperatur von 25 °C kontinuierlich zugeführt werden kann. Dieser erzeugt auch den Strom für die Dauerkraft.

#### Dauerkraft der Wasserkühlung $F_c(wc)$ [N]

Definiert als die Ausgangs-Schubkraft des Motors, der im Dauerbetrieb ohne Unterbrechung bei einer Wasserkühlungstemperatur von 20 °C läuft. Die Dauerkraft der Wasserkühlung entspricht dem an den Motor angelegten Dauerstrom (wc)  $I_c$ .

#### Dauerstrom (wc) $I_c(wc)$ [ $A_{eff}$ ]

Definiert als der Strom, der der Motorspule bei einer Wasserkühlungstemperatur von 20 °C kontinuierlich zugeführt werden kann. Erzeugt auch den Strom für die Dauerkraft der Wasserkühlung.

#### Spitzenkraft $F_p$ [N]

Definiert als die maximale Schubkraft, die der Motor in einer Zeitspanne von höchstens einer Sekunde abgeben kann. Wird im Allgemeinen zum Beschleunigen und Abbremsen verwendet.

#### Spitzenstrom $I_p$ [ $A_{eff}$ ]

Definiert als der momentane Hochstrom, der dem vom Motor erreichten Spitzenschub entspricht. Für den üblichen Betriebsbereich ist der Spitzenstrom für eine Sekunde zulässig.

#### Maximale Kraft $F_u$ [N]

Sie ist definiert als die Ausgangs-Schubkraft, die dem Endstrom  $I_u$  des Motors entspricht.

#### Maximaler Strom $I_u$ [ $A_{eff}$ ]

Definiert als das Fünffache des Dauerstroms  $I_c$  des Motors; bei diesem Strom liegt die vom Motor abgegebene Schubkraft im gesättigten nichtlinearen Bereich, und die Kraftkonstante nimmt ab. Die Einspeisung eines solchen Stroms kann zu einer Überhitzung des Motors führen, und es wird empfohlen, dass die Betriebszeit weniger als 0,5 Sekunden beträgt.

#### Anziehungskraft $F_a$ [N]

Definiert als die Kraft, die unter dem Nennluftspalt zwischen Forcer und Stator eines eisenbehafteten Linearmotors wirkt, und die Vorspannung, die durch diese Kraft auf den Gleitschuh ausgeübt wird, wird von der Gleitbahn getragen.

#### Maximale Wicklungstemperatur $T_{max}$ [°C]

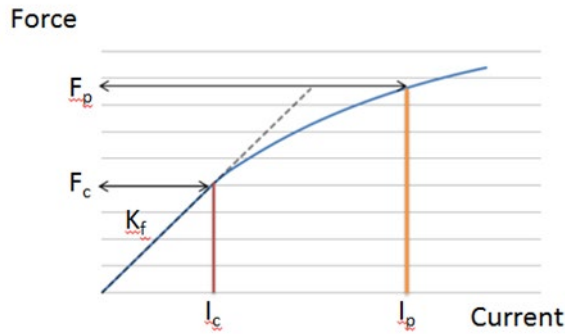
Definiert als die zulässige Höchsttemperatur der Motorwicklung. Die tatsächliche Gleichgewichtstemperatur des Motors hängt von den Faktoren des Mechanismus, der Kühlmethode und der Bewegungsplanung usw. ab. Es kann eine gewisse Abweichung von der theoretischen Berechnung geben, und normalerweise wird das Ergebnis der tatsächlichen Messung verwendet.

#### Elektrische Zeitkonstante $K_e$ [ms]

Definiert als die Zeit, die der dem Motor zugeführte Strom benötigt, um 63 % des Sollwerts zu erreichen, und wenn dieser Wert kleiner ist, bedeutet dies, dass die Reaktionszeit schneller ist.

#### Kraftkonstante $K_f$ [ $K \cdot A_{eff}$ ]

Definiert als die Ausgangsschubkraft des Motors bei einem Einheitsstrom, und mit Ausnahme der wassergekühlten LMFA-Motorenserie nähern sich die Ausgangsschubkraft und der Eingangsstrom im normalen Betriebsbereich der linearen Beziehung an, und der nichtlineare Teil wird durch die Sättigung des Eisenkerns beeinflusst.



**Widerstand  $R_{25}$  [ $\Omega$ ]**

Definiert als der Leitungswiderstand des Motors, gemessen bei einer Spulentemperatur von 25 °C; der Widerstand steigt mit zunehmender Temperatur.

$$R_c = R_{25} \times (1 + 0.00393) \times (T_c - 25)$$

$R_c$ : bezieht sich auf den Leitungswiderstand bei jeder Temperatur

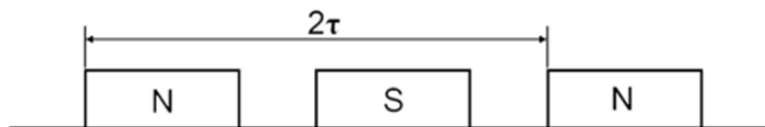
$T_c$ : jede Temperatur

**Induktivität  $L$  [mH]**

Definiert als die gemessene Leitungs-zu-Leitungs-Induktivität (ohne Stator) des Motors.

**Polabstand  $2\tau$  [mm]**

Definiert als der Abstand zwischen zwei Magneten der gleichen Polarität auf dem Stator, d. h. N→N oder S→S.



**Rück-EMF-Konstante  $K_v$  [ $V_{eff}/(m/s)$ ]**

Definiert als die induzierte EMK, die durch die Einheitsgeschwindigkeit des Motors erzeugt wird, wenn die Magnettemperatur 25 °C beträgt. Sie tritt auf, wenn die Spule eine Magnetfeldänderung wahrnimmt und die erzeugte EMK dem durchfließenden Strom widersteht.

**Motorkonstante  $K_m$  [ $N/\sqrt{W}$ ]**

Definiert als das Verhältnis zwischen der vom Motor abgegebenen Schubkraft und der Quadratwurzel der Leistungsaufnahme bei einer Spulen- und Magnettemperatur von 25 °C. Je höher die Motorkonstante ist, desto geringer ist die Verlustleistung, wenn der Motor eine bestimmte Schubkraft abgibt. Diese Konstante wird als einer der Indikatoren für die Bestimmung des Wirkungsgrads des Motors verwendet.

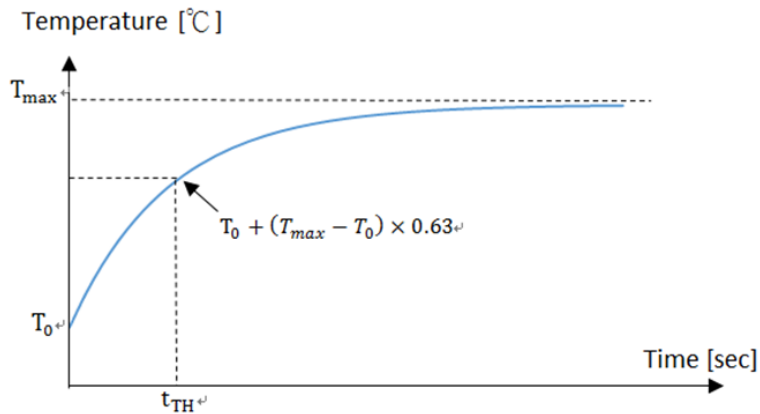
**Thermischer Widerstand  $R_{TH}$  [ $^{\circ}C/W$ ]**

Definiert als der thermische Widerstand zwischen dem Inneren der Motorwicklung und der wärmeableitenden Umgebung. Da der thermische Widerstand kleiner ist, bedeutet dies, dass bei gleicher Wärmezufuhr die Temperaturdifferenz zwischen der Spule und der wärmeabgebenden Umgebung geringer ist, die Wärmeabgabe ist somit besser.

**Thermische Zeitkonstante  $t_{TH}$  [sec]**

Definiert als die Zeit, die erforderlich ist, damit die Anfangstemperatur der Spule  $T_0$  auf 63 % der maximalen Wicklungstemperatur  $T_{max}$  ansteigt, wenn der Motor mit Dauerstrom versorgt wird.





**Minstdurchflussmenge (l/min)**

Definiert als die Minstdurchflussmenge des Kühlmittels, die erforderlich ist, damit der Motor bei der Nenntemperatur des Kühlwassers  $F_c(wc)$  die Dauerkraft der Wasserkühlung erreicht.

**Kühlwassertemperatur [°C]**

Definiert als die Temperatur, die das Motorkühlmittel bei der Minstdurchflussmenge erreichen muss, um die Dauerkraft der Wasserkühlung zu erreichen  $F_c(wc)$ .

**Druckabfall  $\Delta P$  [bar]**

Definiert als die Druckdifferenz zwischen Einlass und Auslass, wenn die Minstdurchflussmenge des Kühlmittels unterschritten wird.

**Spitzenkraft Höchstgeschwindigkeit  $V_{max,Fp}$  [m/s]**

Definiert als die Höchstgeschwindigkeit, die der Motor unter der Spitzenkraft erreichen kann; dieser Parameter hängt von der maximalen DC-Busspannung ab.

**Maximale elektrische Leistungsaufnahme  $P_{EL,max}$  [W]**

Definiert als die erforderliche Eingangsleistung unter der Bedingung, dass der Motor mit der Spitzenkraft bei maximaler Geschwindigkeit  $V_{max,Fp}$  und maximaler Wärmeabgabe  $Q_{P,H,max}$  betrieben wird.

**Maximale abgegebene Wärmeleistung  $Q_{P,H,max}$  [W]**

Definiert als die von der Spule des Motors erzeugte Wärme, wenn die Spule die maximale Temperatur erreicht hat  $T_{max}$ .

**Stillstandsstrom  $I_0$  [A<sub>eff</sub>]**

Definiert als die Obergrenze des Stroms, der unter der Bedingung geliefert werden kann, dass der Motor einer Umgebungstemperatur von 25°C und dem Zustand des blockierten Rotors ausgesetzt ist. Dieser Wert bezieht sich auf das Kriterium der Wärmeabgabe.

**Stillstandskraft  $F_0$  [N]**

Definiert als die Obergrenze der Schubkraft, die bei einem Motor mit kurzem Hub (Hub kleiner als Polabstand  $2\tau$ ) und bei einer Anwendung mit blockiertem Rotor bereitgestellt werden kann. Dieser Wert wird durch den Stillstandsstrom begrenzt.

**Maximale DC-Busspannung [VDC]**

Definiert als die maximale DC-Busspannung, die der Motor unter normalen Betriebsbedingungen nutzen kann.

## 10 Konformitätserklärung

gemäß der Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU

### Name und Anschrift des Herstellers:

HIWIN MIKROSYSTEM CORP  
 No.6, Jingke Central Rd.,  
 Taichung Precision Machinery Park,  
 Taichung 40852, Taiwan

Diese Erklärung bezieht sich ausschließlich auf die Maschine in dem Zustand, in dem sie in Verkehr gebracht wurde, und schließt Bauteile aus, die vom Endnutzer nachträglich hinzugefügt und/oder bearbeitet werden. Die Erklärung verliert ihre Gültigkeit, wenn das Produkt ohne Zustimmung verändert wird.

Hiermit erklären wir, dass die unten beschriebene Maschine:

Produktbezeichnung	Elektrische Antriebssysteme (Motorantriebe)
Modell/Typ:	<b>Linearmotor</b> LMC, LM F, LM FA, LMS, LMSA, LMSC
Jahr der Herstellung:	Ab 2019

Alle grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/35/EU über Niederspannung erfüllt. Darüber hinaus ist das Produkt konform mit den EG-Richtlinien 2011/65/EU RoHS und der Änderungsrichtlinie 2015/863/EG.

### Anwendung harmonisierter Normen:

#### 2014/30/EU EMV-Richtlinie

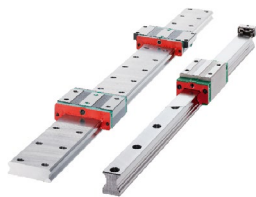
EN 60034-1 Drehende elektrische Maschinen - Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten	2010 + Korr.: 2010
EN 60034-5 Drehende elektrische Maschinen - Teil 5: Schutzarten aufgrund der Gesamtkonstruktion von drehenden elektrischen Maschinen (IP-Code)	2001 + A1: 2007

### Zusätzliche Erklärungen:

Bei diesem Produkt handelt es sich um ein Einbauteil, das die Anforderungen an komplette Geräte, Maschinen oder Anlagen nicht vollständig erfüllen kann. Es darf somit nur für Einbauzwecke verwendet werden. Das Produkt darf hinsichtlich seiner elektrischen und mechanischen Sicherheit erst beurteilt werden, nachdem es in das für den Endverbraucher vorgesehene Produkt eingebaut worden ist. Die EMV-Eigenschaften können sich nach der Installation der Komponente ändern. Daher ist eine Überprüfung des Endprodukts (vollständige Geräte, Maschinen oder Anlagen) durch den Hersteller des Endprodukts erforderlich.



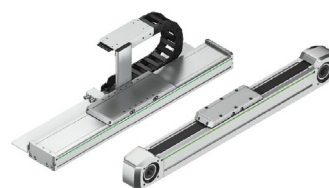
# Wir bewegen.



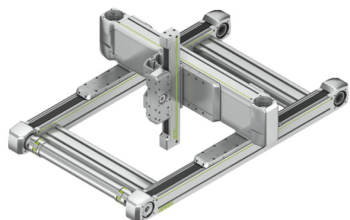
Profilschienenführung



Kugelgewindetriebe



Linearachsen



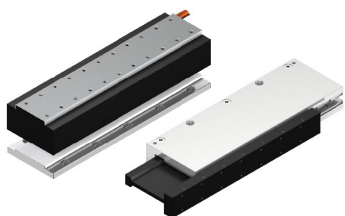
Linearachssysteme



Torquemotoren



Roboter



Linearmotoren



Rundtische



Antriebsverstärker und Servomotoren

## Deutschland

HIWIN GmbH  
Brücklesbünd 1  
77654 Offenburg  
Deutschland  
Fon +49 781 93278-0  
info@hiwin.de  
hiwin.de

## Taiwan

Headquarters  
HIWIN Technologies Corp.  
Nr. 7, Jingke Road  
Precision Machinery Park  
Taichung 40852  
Taiwān  
Fon +886 4 2359-4510  
business@hiwin.tw  
hiwin.tw

## Taiwan

Headquarters  
HIWIN Corp.  
No. 6, Jingke Central Road  
Precision Machinery Park  
Taichung 40852  
Taiwān  
Fon +886 4 2355-0110  
business@hiwinmikro.tw  
hiwinmikro.tw

## Frankreich

HIWIN GmbH  
4 Impasse Joffre  
67202 Wolfisheim  
Frankreich  
Fon +33 3 882884-80  
contact@hiwin.fr  
hiwin.fr

## Polen

HIWIN GmbH Biuro Warszawa  
ul. Puławska 405a  
02-801 Warszawa  
Polska  
Fon +48 22 46280-00  
info@hiwin.pl  
hiwin.pl

## Schweiz

HIWIN (Schweiz) GmbH  
Eichwiesstraße 20  
8645 Jona  
Schweiz  
Fon +41 55 22500-25  
sales@hiwin.ch  
hiwin.ch

## Italien

HIWIN Srl  
Straße Pitagora 4  
20861 Brugherio (MB)  
Italia  
Fon +39 039 28761-68  
info@hiwin.it  
hiwin.it

## Slowakei

HIWIN s.r.o., o.z.z.o.  
Mládežnícka 2101  
01701 Považská Bystrica  
Slovensko  
Fon +421 424 4347-77  
info@hiwin.sk  
hiwin.sk

## Tschechische Republik

HIWIN s.r.o.  
Medkova 888/11  
62700 Brno  
Česká republika  
Fon +42 05 48528-238  
info@hiwin.cz  
hiwin.cz

## Dänemark

HIWIN GmbH  
info@hiwin.dk  
hiwin.dk

## Niederlande

HIWIN GmbH  
info@hiwin.nl  
hiwin.nl

## Österreich

HIWIN GmbH  
info@hiwin.at  
hiwin.at

## Ungarn

HIWIN GmbH  
info@hiwin.hu  
hiwin.hu

## Rumänien

HIWIN GmbH  
info@hiwin.ro  
hiwin.ro

## Slowenien

HIWIN GmbH  
info@hiwin.si  
hiwin.si

## China

HIWIN Corp.  
hiwin.cn

## Japan

HIWIN Corp.  
info@hiwin.co.jp  
hiwin.co.jp

## USA

HIWIN Corp.  
info@hiwin.com  
hiwin.us

## Korea

HIWIN Corp.  
hiwin.kr

## Singapur

HIWIN Corp.  
hiwin.sg