



Dokumentation

Linear-Servomotor AL2000

Luft- und wassergekühlte Varianten

Version: 6.0
Datum: 30.01.2018

BECKHOFF

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	5
1.1	Hinweise zur Dokumentation	5
1.2	Ausgabestände der Dokumentation	6
1.3	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
2	Richtlinien und Normen	7
2.1	EG-Konformitätserklärung	7
3	Zu Ihrer Sicherheit	8
3.1	Personalqualifikation	8
3.2	Erklärung der Symbole	9
3.3	Hinweise zu den Linearmotoren AL2xxx	10
4	Handhabung	13
4.1	Transport	13
4.2	Lagerung	13
4.3	Wartung / Reinigung	14
4.4	Entsorgung	14
5	Produktübersicht	15
5.1	Lieferumfang AL2xxx	15
5.2	Typenschild AL2xxx	15
5.3	Typenschlüssel AL2xxx	15
6	Technische Beschreibung	16
6.1	Aufbau der Motoren	16
6.2	Allgemeine technische Daten	16
6.2.1	Leistungsreduzierung	16
6.3	Standardausrüstung	17
6.3.1	Spuleneinheit, Primärteil (N/S)	17
6.3.2	Magnetplatte, Sekundärteil	17
6.3.3	Magnetisches Encoder System (MES) (optional)	18
6.4	Zusätzliche Ausrüstung	18
6.4.1	Servoverstärker und Feedbacksystem	19
7	Mechanische Installation	20
7.1	Wichtige Hinweise	20
7.2	Montagereihenfolge der Arbeitseinheit	21
7.3	Montage der Magnetplatten	22
7.3.1	Einsetzen der Passstifte	22
7.3.2	Anbau der Magnetplatten	23
7.3.3	Spuleneinheit und Magnetplatte	23
7.4	Koppeln von Linear-Servomotoren	24
7.4.1	Temperatur-Sensor	24
7.4.2	Anordnung der Motoren	24
7.4.3	Berechnung des Offsets	25
7.4.4	Auslegung der Verdrahtung	25
7.4.5	Positionen der Phasenlinien	26
7.4.6	Minimaler Abstand der Motoren zueinander	28
7.5	Abbaureihenfolge	29
8	Elektrische Installation	30

8.1	Wichtige Hinweise	30
8.2	Anschluss der Motoren	31
8.2.1	Leitung mit Einzeladern	31
8.2.2	Anschlusskabel mit Stecker	32
8.3	Anschluss der Motoren mit vorkonfektionierten Leitungen	33
8.3.1	Anschlussbild für AL2xxx mit MES oder Sin/Cos Geber ohne Nullimpuls	34
8.3.2	Anschlussbild für AL2xxx und Absolutwert-Encoder	35
8.3.3	Anschlussbild für AL2xxx und Sin/Cos- Encoder mit Nullimpuls	36
8.3.4	Anschlussbild für AL2xxx und TTL- Encoder mit Nullimpuls	37
8.4	Temperaturfühler	38
8.4.1	PTC-Spezifikation	38
8.4.2	KTY-Spezifikation	38
8.5	Polungstest	39
9	Installation der Wasserkühlung	40
9.1	Allgemeines	40
9.2	Voraussetzungen	40
9.3	Installation der Wasserkühlungsanschlüsse	41
9.3.1	AL2xxx	41
9.3.2	AL28xx-1 wassergekühlt	41
9.4	Anschluss der Schläuche	42
10	Inbetriebnahme	43
10.1	Wichtige Hinweise	43
10.2	Allgemeine Inbetriebnahme	43
10.2.1	Parametrierung	43
10.2.2	Inbetriebnahme	44
10.2.3	Optimierung der Regeleinstellungen	44
10.3	Beseitigung von Störungen	45
11	Technische Daten	46
11.1	Begriffsdefinitionen	46
11.2	AL20xx	47
11.2.1	Maßzeichnung AL20xx und AL21xx	49
11.3	AL24xx	50
11.3.1	Maßzeichnung AL24xx und AL25xx	51
11.4	AL28xx-0 luftgekühlt	52
11.4.1	Maßzeichnung AL28xx-0 luftgekühlt und AL29xx	53
11.5	AL28xx-1 wassergekühlt	54
11.5.1	Maßzeichnung AL28xx-1 wassergekühlt und AL29xx	55
11.6	Berechnung des Bremswiderstandes	56
12	Support und Service	57

1 Vorwort

1.1 Hinweise zur Dokumentation

Diese Beschreibung wendet sich ausschließlich an ausgebildetes Fachpersonal der Steuerungs- und Automatisierungstechnik, das mit den geltenden nationalen Normen vertraut ist.

Zur Installation und Inbetriebnahme der Komponenten ist die Beachtung der Dokumentation und der nachfolgenden Hinweise und Erklärungen unbedingt notwendig.

Das Fachpersonal ist verpflichtet, für jede Installation und Inbetriebnahme die zu dem betreffenden Zeitpunkt veröffentlichte Dokumentation zu verwenden.

Das Fachpersonal hat sicherzustellen, dass die Anwendung bzw. der Einsatz der beschriebenen Produkte alle Sicherheitsanforderungen, einschließlich sämtlicher anwendbaren Gesetze, Vorschriften, Bestimmungen und Normen erfüllt.

Disclaimer

Diese Dokumentation wurde sorgfältig erstellt. Die beschriebenen Produkte werden jedoch ständig weiter entwickelt.

Wir behalten uns das Recht vor, die Dokumentation jederzeit und ohne Ankündigung zu überarbeiten und zu ändern.

Aus den Angaben, Abbildungen und Beschreibungen in dieser Dokumentation können keine Ansprüche auf Änderung bereits gelieferter Produkte geltend gemacht werden.

Marken

Beckhoff®, TwinCAT®, EtherCAT®, Safety over EtherCAT®, TwinSAFE®, XFC® und XTS® sind eingetragene und lizenzierte Marken der Beckhoff Automation GmbH.

Die Verwendung anderer in dieser Dokumentation enthaltenen Marken oder Kennzeichen durch Dritte kann zu einer Verletzung von Rechten der Inhaber der entsprechenden Bezeichnungen führen.

Patente

Die EtherCAT Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:

EP1590927, EP1789857, DE102004044764, DE102007017835

mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

Die TwinCAT Technologie ist patentrechtlich geschützt, insbesondere durch folgende Anmeldungen und Patente:

EP0851348, US6167425 mit den entsprechenden Anmeldungen und Eintragungen in verschiedenen anderen Ländern.

EtherCAT® 

EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland

Copyright

© Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Deutschland.

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet.

Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

1.2 Ausgabestände der Dokumentation

Ausgabe	Bemerkung
6.0	Komplette Überarbeitung
5.8	Kapitelüberarbeitung: Technische Daten 10.2 – 10.5
5.7	Kapitelüberarbeitung: Entsorgung 4.5
5.6	Kapitelüberarbeitung: EG-Konformitätserklärung 2.1 ; Technische Daten 11
5.5	Kapitelüberarbeitung: 1.0 Vorwort; 3.0 Sicherheit
5.4	Kapitelüberarbeitung: Dokumentierte Motoren; 6.3.3; 7.4.2; 8.2.2; 8.4.2; 11.2; 11.3; 11.4; 11.5; 11.5.1
5.3	Kapitelüberarbeitung: 11.2; 11.3; 11.4; 11.5
5.2	Kapitelüberarbeitung 8.2 wurde zu 8.3; 3.2 Neues Kapitel 8.2; 8.2.1; 8.2.2
5.1	Kapitelüberarbeitung Dokumentierte Motoren – Kapitel; 3.2; 11; 11.1; 11.2; 11.3; 11.4; 11.5
5.0	Kapitelüberarbeitung Dokumentierte Motoren – Kapitel; 1.2; 2.1; 3.2; 4.2; 4.3; 4.5; 6.3.2; 6.3.3; 7; 7.3; 7.3.2; 7.4.6; 7.5; 8.2.1; 8.2.2; 8.2.3; 8.2.4; 8.3.2; 9.3.1; 10; 10.2.3; 10.3; 11; 11.1; 11.2; 11.2.1; 11.4; 11.5.1; 11.6 Komplette Überarbeitung

1.3 Bestimmungsgemäße Verwendung

Linear-Servomotoren der Baureihe AL2xxx sind ausschließlich dazu bestimmt Handhabungsgeräte, Textilmaschinen, Werkzeugmaschinen, Verpackungsmaschinen und ähnliche Maschinen mit hohen Ansprüchen an die Dynamik anzutreiben.

Die Linearmotoren werden ausschließlich als Komponenten in elektrische Anlagen oder Maschinen eingebaut und dürfen nur als integrierte Komponenten der Anlage oder Maschine in Betrieb genommen werden.

Der in die Motorwicklungen eingebaute Thermoschutzkontakt muss ausgewertet und überwacht werden.

 WARNUNG	Vorsicht Verletzungsgefahr! Elektronische Geräte sind grundsätzlich nicht ausfallsicher. Bei Ausfall des Antriebssystems ist der Maschinenbauer dafür verantwortlich, dass die angeschlossenen Motoren und die Maschine in einen sicheren Zustand gebracht werden.
---	--

Die Linearmotoren dürfen **nur** unter Berücksichtigung der in dieser Dokumentation definierten Umgebungs- und Betriebsbedingungen [► 16] betrieben werden.

Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Beckhoff Linearmotoren der Baureihe AL2xxx sind nicht für den Einsatz in folgenden Bereichen geeignet:

- in ATEX-Zonen ohne passendes Gehäuse
- in Bereichen mit aggressiver Umgebung (bspw. aggressive Gase oder Chemikalien)

In Wohnbereichen müssen die entsprechenden Normen und Richtlinien für EMV-Störaussendungen eingehalten werden.

2 Richtlinien und Normen



VORSICHT

Schädigung von Personen!

Linear-Servomotoren der Baureihe AL2xxx sind **keine** Produkte im Sinne der EG-Maschinenrichtlinie. Die bestimmungsgemäße Verwendung der Linear-Servomotoren in Maschinen oder Anlagen ist solange untersagt, bis der Maschinen- oder Anlagenbauer die CE-Konformität der gesamten Maschine oder Anlage bestätigt.

2.1 EG-Konformitätserklärung

Hiermit erklären wir, die Firma

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

in alleiniger Verantwortung die Konformität der Produktreihe

Motorbaureihe AL2xxx
(Typen AL2000, AL2400, AL2800 und AL2800 wassergekühlt)

Die hier genannten Baugruppen sind entwickelt, konstruiert und gefertigt in Übereinstimmung mit den Niederspannungsrichtlinien 2006/95/EG (bis 19.04.2016) und 2014/35/EU (ab 20.04.2016).

Folgende Normen wurden angewandt:

- EN 60034-1:2010
Drehende elektrische Maschinen -
Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten

Anbringung der CE-Kennzeichnung:

2016

Aussteller:

Geschäftsführung
H. Beckhoff
Verl, 21.07.2016

3 Zu Ihrer Sicherheit

Lesen Sie das Sicherheitskapitel und halten Sie die Hinweise ein um sich vor Personen- und Sachschäden zu schützen.

Haftungsbeschränkungen

Die gesamten Komponenten der Beckhoff Linearmotoren AL2xxx werden je nach Anwendungsbestimmungen in bestimmten Hard- und Software-Konfigurationen ausgeliefert. Eigenmächtige Umbauten und Änderungen der Hard- und/oder Software-Konfiguration, die über die dokumentierten Möglichkeiten hinausgehen, sind verboten und führen zum Haftungsausschluss der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG.

Darüber hinaus werden folgende Punkte aus der Haftung der Beckhoff Automation GmbH & Co. KG ausgeschlossen:

- Nichtbeachtung dieser Dokumentation
- Nichtbestimmungsgemäße Verwendung [► 6]
- Einsatz von nicht ausgebildetem Fachpersonal
- Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile

3.1 Personalqualifikation

Alle gezeigten Arbeitsschritte an der Beckhoff Soft- und Hardware, insbesondere an den Linearmotoren AL2xxx dürfen nur von Fachpersonal mit Kenntnissen in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik durchgeführt werden.

Das Fachpersonal muss über Kenntnisse in der Antriebs- und Elektrotechnik verfügen und weiterhin über Kenntnisse zum sicheren Arbeiten an elektrischen Anlagen und Maschinen.

Dazu zählen auch:

- die Arbeitsvorbereitung und
- die Sicherung der Arbeitsumgebung (z.B. Sichern des Schaltschranks gegen Wiedereinschalten)

Das Fachpersonal muss mit den aktuellen und erforderlichen Normen und Richtlinien für das Automatisierungs- und Antriebsumfeld vertraut sein.

3.2 Erklärung der Symbole

In der vorliegenden Dokumentation werden die folgenden Symbole mit einem nebenstehenden Sicherheitshinweis oder Hinweistext verwendet. Die Sicherheitshinweise sind aufmerksam zu lesen und unbedingt zu befolgen!

Symbole, die vor Personenschäden warnen:

 GEFAHR	Akute Verletzungsgefahr! Es besteht eine extrem gefährliche Situation. Die Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises führt zu schweren bleibenden Verletzungen bis hin zum Tod.
 WARNUNG	Verletzungsgefahr! Es besteht eine gefährliche Situation. Die Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises kann zu schweren Verletzungen führen.
 VORSICHT	Schädigung von Personen! Es besteht eine gefährliche Situation. Die Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises kann zu leichten Verletzungen führen.

Symbole, die vor Sachschäden warnen:

 Achtung	Hinweis auf Sach- oder Umweltschäden! Dieser Hinweis zeigt Störungen im Betriebsablauf auf, welche das Produkt oder die Umgebung (Umwelt) schädigen.
--	--

Symbole, die weitere Informationen oder Tipps anzeigen:

 Hinweis	Tipp oder Fingerzeig! Dieser Hinweis gibt wichtige Informationen, die beim Umgang mit dem Produkt oder der Software helfen. Es besteht keine unmittelbare Gefahr für Produkt, Mensch und Umwelt.
	UL-Hinweis! Dieses Symbol kennzeichnet wichtige Informationen bezüglich der UL-Zulassung.

3.3 Hinweise zu den Linearmotoren AL2xxx

Die Hinweise dienen der Gefahrenabwehr und der Handhabung der Linearmotoren AL2xxx. Sie sind bei der Installation, Inbetriebnahme, Produktion, Störungsbeseitigung, Wartung und Versuchs- oder Testaufstellungen unbedingt zu berücksichtigen.

Die Linearmotoren der Baureihe AL2xxx sind nicht eigenständig lauffähig. Sie müssen immer in eine Maschine oder Anlage eingebaut werden. Nach dem Einbau müssen die vom Maschinenbauer zusätzlich erstellten Dokumentationen und Sicherheitshinweise gelesen und berücksichtigt werden.



Lebensgefahr durch hohe Spannung an den Zwischenkreiskondensatoren des Servoverstärkers AX8000!

Die Zwischenkreiskondensatoren RB+ und RB-, sowie die Prüfkontakte DC+ und DC- am **Einspeise-, Achs- und Optionsmodul** können lebensgefährliche Spannungen von $\geq 875 V_{DC}$ aufweisen.

Treffen Sie zur Gefahrenabwehr folgende Maßnahmen:

- Warten Sie nach dem Trennen des Servoverstärkers vom Versorgungsnetz bis die Spannung auf unter $50 V_{DC}$ abgesunken ist. Erst dann ist ein gefahrloses Arbeiten möglich.
- Messen Sie fachgerecht die anliegende Spannung an den Prüfkontakten.
- Sichern Sie den Arbeitsbereich fachgerecht ab und tragen Sie eine PSA.



Lebensgefahr durch hohe Spannung an den Zwischenkreiskondensatoren des Servoverstärkers AX5000!

Durch die Zwischenkreiskondensatoren können die Zwischenkreis-Klemmstellen "ZK+ und ZK- (DC+ und DC-)" und "RB+ und RB-" auch nach dem Trennen des Servoverstärkers vom Versorgungsnetz noch lebensgefährliche Spannungen von $875 V_{DC}$ aufweisen.

Treffen Sie zur Gefahrenabwehr folgende Maßnahmen:

- **Warten Sie:**
 - beim AX5101 - AX5125 sowie AX520x = **5** Minuten
 - beim AX5140/AX5160/AX5172 = **15** Minuten,
 - beim AX5190/AX5191 = **30** Minuten und
 - beim AX5192/AX5193 = **45** Minuten

nach dem Trennen des Servoverstärkers vom Versorgungsnetz. Erst wenn die Spannung auf unter $50 V$ absinkt ist ein gefahrloses Arbeiten möglich.
- Messen Sie fachgerecht die anliegende Spannung an den Prüfkontakten
- Sichern Sie den Arbeitsbereich fachgerecht ab und tragen Sie eine PSA.



VORSICHT

Ordnungsgemäßer Anschluss des Schutzleiters!

Bei der Installation von elektrischen Anlagen und Bauteilen müssen Schutzleitersysteme angeschlossen werden.

Bitte beachten Sie bei der Installation der Schutzleiter folgende Hinweise:

- Stellen Sie sicher, dass der feste Anschluss des Schutzleiters ordnungsgemäß durchgeführt wurde.
- Trennen Sie den Servoverstärker und alle elektrischen Bauteile vom Versorgungsnetz. Sichern Sie den Schaltschrank und die Geräte gegen Wiedereinschalten.
- Tragen Sie eine PSA.

 WARNUNG	Schwere Brandverletzungen durch heiße Oberflächen am Linearmotor! Beim Betrieb der Anlage kann die Oberflächentemperatur der Linearmotoren $\geq 50^{\circ}\text{C}$ betragen. Es besteht akute Verbrennungsgefahr für Körperteile und Gliedmaßen. Treffen Sie zur Gefahrenabwehr folgende Maßnahmen: • Berühren Sie keine Komponenten (Gehäuse, etc.) kurz nach oder während dem Betrieb. • Warten Sie bis alle Komponenten vollständig abgekühlt sind. Mindestens aber 15 Minuten. • Prüfen Sie mit einem Thermometer die Oberflächentemperatur. • Tragen Sie KEINE Arbeitshandschuhe mit gummierter Beschichtung. Diese kann auf Grund der hohen Temperatur mit der Haut verschmelzen und schwere Verletzungen verursachen.
 Hinweis	Hinweise zum Betrieb der Linearmotoren AL2xxx: • Lesen Sie dieses Handbuch vor dem Gebrauch des Linearmotors sorgfältig durch. Bei unverständlichen Passagen informieren Sie umgehend das zuständige Vertriebsbüro. Unterlassen Sie die Arbeiten an dem Linearmotor. • Halten Sie bei der Installation unbedingt die klimatischen Bedingungen ein. Weitere Informationen siehe Kapitel <u>Technische Daten</u> [► 46] und <u>Mechanische Installation</u> [► 20].
 Achtung	Beschädigung der Magnete bei erhöhten Temperaturen! Setzen Sie die Magnete keinen Temperaturen $\geq 70^{\circ}\text{C}$ aus. Dies kann zur Entmagnetisierung führen.
	Lebensgefahr durch magnetische Felder beim Linearmotor! Die Linearmotoren AL2xxx sind mit Permanentmagneten in der Magnetplatte ausgestattet. Hierbei treten starke Magnetfelder auf. Die magnetische Feldstärke der Motoren resultiert im stromlosen Zustand ausschließlich aus den Magnetfeldern des Sekundärteils. Es besteht insbesondere eine Gefahr für: Personen mit Herzschrittmachern (Der Herzschrittmacher kann in den Testmodus geschaltet werden und somit einen Herzstillstand hervorrufen!) Personen mit implantierten Defibrillatoren (Die Defibrillatoren können durch das magnetische Feld funktionsunfähig gemacht werden!)
 Achtung	Datenverlust durch magnetische Felder! -- Magnetische Datenträger -- Chipkarten mit Magnetstreifen und -- elektronische Geräte können durch auftretende Magnetfelder entmagnetisiert werden. Es droht Daten Verlust. Die oben aufgeführten Objekte, sowie freiliegende ferromagnetische Gegenstände, dürfen nicht näher als 1 m an die Magnetplatten herangeführt werden. Zu beachten sind die Anforderungen der BGV B 11 in Zusammengehörigkeit mit magnetischen Feldern und die in anderen Ländern geltenden, nationalen Bestimmungen

**VORSICHT****Quetsch- und Verletzungsgefahr durch Magnete!**

Die Linearmotoren AL2xxx sind mit Permanentmagneten in der Magnetplatte ausgestattet. Bei der Inbetriebnahme kann es durch magnetische Anziehungskräfte zu (Quetsch)-Verletzungen kommen.

Treffen Sie zur Gefahrenabwehr folgende Maßnahmen:

- Führen Sie die magnetbehafteten Bauteile langsam aneinander.
- Tragen Sie bei allen Arbeiten an den Magneten eine PSA!
- Vermeiden Sie harte Stöße oder ein ruckartiges Aufeinandersetzen der Magnete. Diese können splintern und zu Augenverletzungen führen. Tragen Sie eine Schutzbrille.
- Stellen Sie in Ihrer Arbeitsumgebung sicher, dass keine ferromagnetischen Werkzeuge oder Materialien in der Nähe sind. Diese könnten vom Magnetischen Feld angezogen werden und Verletzungen an Körperteilen hervorrufen.

**Hinweis****Hinweise zum Transport von magnetischem Material!**

Bitte beachten Sie beim Transport von magnetischem Material die IATA Vorschrift 953. Die Magnetplatten AL2xxx, fallen unter die Grenzwerte und dürfen versendet werden.

4 Handhabung

4.1 Transport



Achtung

Kurzschluss durch Feuchtigkeit bei den Linearmotoren AL2xxx!

Bei Transporten in kalter Witterung oder bei extremen Temperaturunterschieden, kann sich Feuchtigkeit (Kondensat) bilden:

- Achten Sie darauf, dass sich keine Feuchtigkeit im inneren der Linearmotorverpackung niederschlägt (Betauung). Gleichen Sie langsam die Raumtemperatur an. Schalten Sie den Linearmotor erst an, wenn er vollständig getrocknet ist.

Trotz des robusten Aufbaus sind die Komponenten empfindlich gegen starke Erschütterungen und Stöße.

Schützen Sie das Produkt bei Transporten vor:

- großer mechanischer Belastung
- großen Temperaturschwankungen (max. 20K / Stunde)
- zu hohe Luftfeuchtigkeit (relative Feuchte max. 95%, nicht kondensierend)

Benutzen Sie für den Versand eine ordnungsgemäße Verpackung, die die in diesem Kapitel genannten Anforderungen an den Transport der Linearmotoren erfüllt. Die kann unter Umständen auch die Originalverpackung des Herstellers sein.

Da Linearmotoren elektrostatisch gefährdete Bauelemente enthalten, welche durch unsachgemäße Behandlung beschädigt werden können:

- Vermeiden Sie elektrostatische Aufladung, bevor Sie das Gerät oder die Komponenten direkt berühren.
- Vermeiden Sie den Kontakt mit hoch isolierenden Stoffen (Kunstfaser, Kunststofffolien, etc.)
- Legen Sie den Servoverstärker auf eine leitfähige Unterlage.
- Überprüfen Sie bei beschädigter Verpackung den Linearmotor und eventuelles Zubehör auf sichtbare Schäden. Informieren Sie den Transporteur und gegebenenfalls den Hersteller.

Verpackung

Motortyp	max. Stapelhöhe
AL2xxx	8

4.2 Lagerung

- Der Linearmotor und das Zubehör dürfen nicht im Freien gelagert werden. Die Lagerräume müssen ausreichend belüftet und trocken sein.
- Die Geräte dürfen nur in der Originalverpackung des Herstellers gelagert werden.
- Klimaklasse: 2K3 nach EN 60721
- Lagertemperatur: -25°C bis +55°C, max. 20 K/Stunde schwankend
- Luftfeuchtigkeit: relative Feuchte max. 95% nicht kondensierend
- Lagerdauer: ohne Einschränkung

4.3 Wartung / Reinigung

- Wartung und Reinigung sind ausschließlich von qualifiziertem Fachpersonal durchzuführen.
- Durch das Öffnen der Motoren verlieren Sie einen eventuellen Gewährleistungsanspruch.
- Zur Gehäusereinigung verwenden Sie bitte Isopropanol o.ä.

**Achtung****Zerstörung des Linear-Servomotors**

Den Linear-Servomotor auf keinen Fall tauchen oder absprühen.

Die Funktionsfähigkeit der Lager und Dämpfer, sowie die Führung der beweglichen Leitungen muss getestet werden.

4.4 Entsorgung

Gemäß der WEEE-2012/19/EU-Richtlinien nehmen wir Altgeräte und Zubehör zur fachgerechten Entsorgung zurück. Die Transportkosten werden vom Absender übernommen.

Senden Sie die Altgeräte mit dem Vermerk „zur Entsorgung“ an:

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
D-33415 Verl

5 Produktübersicht

5.1 Lieferumfang AL2xxx

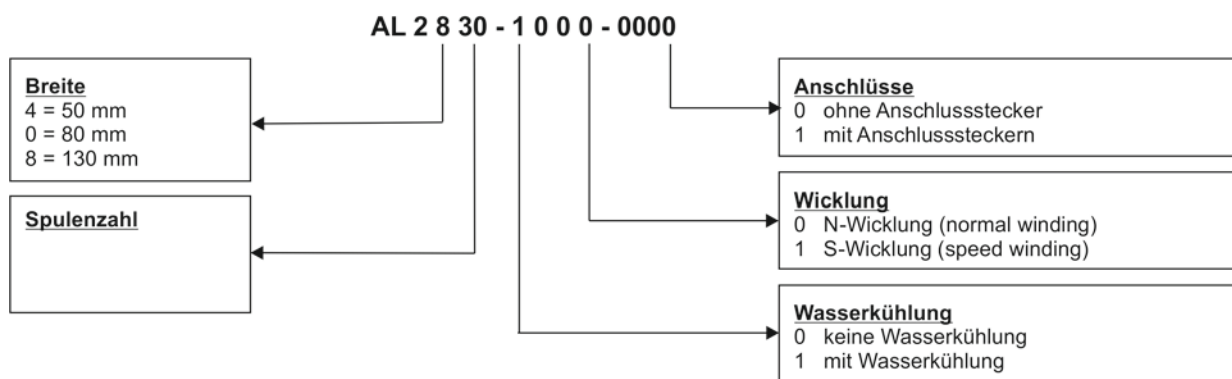
Bitte prüfen Sie die Lieferung auf folgenden Umfang:

- Motor der Baureihe AL2xxx
- Typenschild

5.2 Typenschild AL2xxx

Beckhoff Automation GmbH Eiserstrasse 5 D-33415 Verl  	Linear motor	Fp1350N	Spitzenkraft
	Type	AL2xxx-000x-000y	Typ
	Serialnumber	2014-14-010	Seriennummer
	lwc cont. max	A	Nennstrom
	lpeak	A	Spitzenstrom
	Unom	Vrms	Maximale Spannung
	Isolationclass	B	Isolationsklasse
	Max. Amb. Temp	°C	Umgebungstemperatur

5.3 Typenschlüssel AL2xxx



6 Technische Beschreibung

6.1 Aufbau der Motoren

Die Linear-Servomotoren der Baureihe AL2xxx sind bürstenlose Drehstrommotoren für hochwertige Servo-Applikationen. In Verbindung mit unserem digitalen Servoverstärker eignen sie sich besonders für Positionieraufgaben bei Industrierobotern, Werkzeugmaschinen, Transferstraßen, Handhabungsgeräten, Textilmaschinen, Verpackungsmaschinen usw. mit hohen Ansprüchen an Dynamik und Standfestigkeit. Die Motoren der Baureihe AL2xxx sind ausschließlich dazu bestimmt, von einem digitalen Servoverstärker drehzahl- und drehmomentgeregelt betrieben zu werden.

Die Linear-Servomotoren besitzen Permanentmagnete in der Magnetplatte. Das moderne Neodym-Magnetmaterial trägt wesentlich dazu bei, dass diese Motoren hochdynamisch gefahren werden können. In der Spuleneinheit ist eine dreiphasige Wicklung untergebracht, die durch den Servoverstärker versorgt wird. Der Motor besitzt keine Bürsten; die Kommutierung wird elektronisch im Servoverstärker vorgenommen.

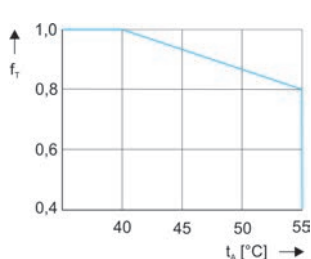
Des Weiteren ist zum Betrieb ein Feedbacksystem notwendig. Das passende Feedbacksystem muss anhand der Anforderungen der Applikation gewählt werden. Zu berücksichtigen sind Dynamik, Geschwindigkeit, Schmutzbelastung, Auflösung sowie verwendete Servoverstärker (siehe auch Kapitel Magnetisches Encoder System (MES) (optional) [► 18]).

6.2 Allgemeine technische Daten

Umgebungs- und Betriebsbedingungen	
Klimaklasse	3K3 nach EN 60721
Umgebungstemperatur (bei Nenndaten)	+5 - +40 °C bei Aufstellhöhe bis 1000m über NN → siehe Kapitel <u>Leistungsreduzierung [► 16]</u>
Zulässige Luftfeuchte (bei Nenndaten)	95% relative Feuchte, nicht betauend
Aufstellhöhe (Ströme und Momente)	Bei Aufstellhöhen ab 1000 m über NN und einer Umgebungstemperatur von 40 °C → siehe Kapitel <u>Leistungsreduzierung [► 16]</u>
Technische Daten	→ siehe Kapitel <u>Technische Daten [► 46]</u>

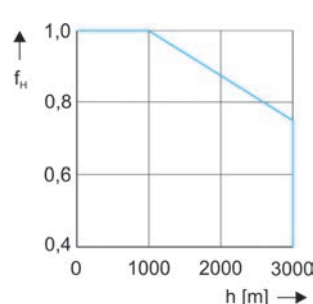
6.2.1 Leistungsreduzierung

Umgebungstemperatur



f_T = Auslastungsfaktor
Temperatur
 t_A =
Umgebungstemperatur °C

Aufstellhöhe



f_H = Auslastungsfaktor
Höhe
 h = Höhe in Meter

Berechnung der Leistungsdaten bei Überschreitung der angegebenen Temperaturgrenze ≥ 40 °C:

$$F_{CA_red} = F_{CA} \times f_T$$

Berechnung der Leistungsdaten bei Überschreitung der angegebenen Aufstellhöhe ≥ 1000 m:

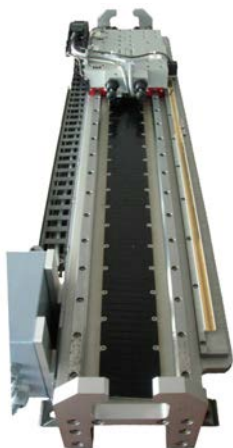
$$F_{CA_red} = F_{CA} \times f_H$$

Berechnung der Leistungsdaten bei Überschreitung der angegebenen Grenzen:
Umgebungstemperatur ≥ 40 °C und Aufstellhöhe ≥ 1000 m

$$F_{CA_red} = F_{CA} \times f_T \times f_H$$

6.3 Standardausrüstung

Maschinenkonzept

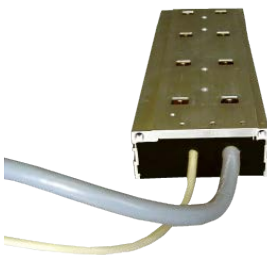


Die Linear-Servomotor-Baureihe AL2xxx von Beckhoff ist kein in sich geschlossenes System. Es umfasst verschiedene Komponenten, wie Spuleneinheit und Magnetplatten und muss in ein gesamtes Maschinenkonzept oder eine gesamte Arbeitseinheit eingebunden sein.

Die Größe und Form des Tragrahmens, die Konstruktion des Schlittens, der Schienen- und des Lagertyps oder die Art der Dämpfer hängen von der Anwendung ab. Der Tragrahmen und der Schlitten müssen so entworfen sein, dass ein Luftspalt zwischen Spuleneinheit und Magnetplatte entsteht.

6.3.1 Spuleneinheit, Primärteil (N/S)

Windungstypen



Der N-Typ (normal winding) stellt den Vorzugstyp dar. Der S-Typ (speed winding) hat eine höhere Maximalgeschwindigkeit und eine höhere Stromaufnahme. Von den Abmessungen unterscheiden sich N- und S-Typ nicht.

6.3.2 Magnetplatte, Sekundärteil

Magnetplatten sind in verschiedenen Längen erhältlich und können innerhalb einer Baureihe beliebig miteinander kombiniert werden. Unterschiedliche Baureihen benötigen unterschiedlich breite Magnetplatten.

Magnetplatte ohne Transportplatte



Magnetplatte mit Transportplatte



Im Auslieferungszustand sind die Magnetplatten von einer Transportplatte bedeckt. Sie vermindert das Magnetfeld und ermöglicht so eine einfache Montage- und Demontage.

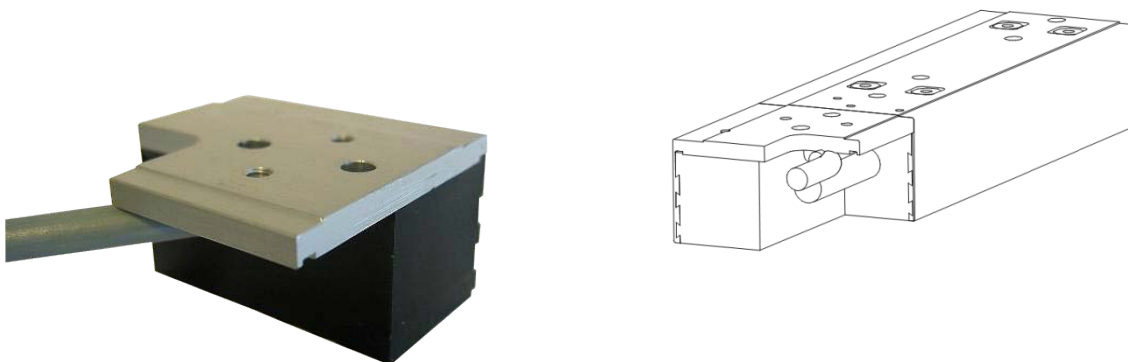
Spezifikationen und Maßzeichnungen finden Sie im Kapitel: [Technischen Daten](#) [► 46]

6.3.3 Magnetisches Encoder System (MES) (optional)

Das Magnetische Encoder System (MES) **AL2200-000y** ist ein Wegmesssystem. Es hat eine Genauigkeit von 0,1 mm und arbeitet direkt auf den Magnetplatten. Weitere Maßstäbe entfallen. Die Befestigung erfolgt am Schlitten.

Beschreibung des Wegmesssystems

Das MES arbeitet absolut innerhalb des Polabstand (24mm) und teilabsolut über den gesamten Verfahrweg. Der Abstand zum Spulenteil ist nicht relevant. Bei der Inbetriebnahme wird der Kommutierungswinkel einmalig bestimmt. Dadurch entfällt das Wake & Shake beim Maschinenstart. Bei gewünschtem Absolut-Abgleich kann eine Referenzfahrt durchgeführt werden.



Hinweis

Dokumentation des Magnetischen Encoder Systems (MES)!

Weiterführende Informationen zum Magnetischen Encoder Systems (MES) erhalten Sie auf der Beckhoff Homepage unter: [MES-Feedback Dokumentation](#) oder im Beckhoff Online Information System.

6.4 Zusätzliche Ausrüstung

Für die ordnungsgemäße Installation Ihres Linear-Servomotors benötigen Sie weitere Komponenten.

Diese sind nicht im Lieferumfang enthalten.

Schrauben und Passstifte



Die Schrauben und Passstifte sind erforderlich für die Positionierung und Verbindung der Spuleneinheit mit dem Schlitten, sowie der Magnetplatten mit dem Tragrahmen.

Attribut	AL20xx	AL24xx	AL28xx
Schrauben für Magnetplatten (rostfrei)	M5x10, DIN7984	M5x10, DIN7984	M5x16, EN ISO 4762
Schrauben für Spuleneinheit (Stahl); Länge abhängig von der Dicke des Schlittens	M5, EN ISO 4762	M4, EN ISO 4762	M5, EN ISO 4762
Passstifte (rostfrei)	5h8		

6.4.1 Servoverstärker und Feedbacksystem

Zum Aufbau einer kompletten Linearachse und deren Betrieb werden folgende Komponenten benötigt:

- Servoverstärker; z.B.: AX5xxx von Beckhoff Automation GmbH.
- Messstab und linearer Weggeber oder das messstablose Feedbacksystem MES
- Leitungen und Stecker
- Führungen
- Mechanische Aufnahme / Maschinenbett

7 Mechanische Installation

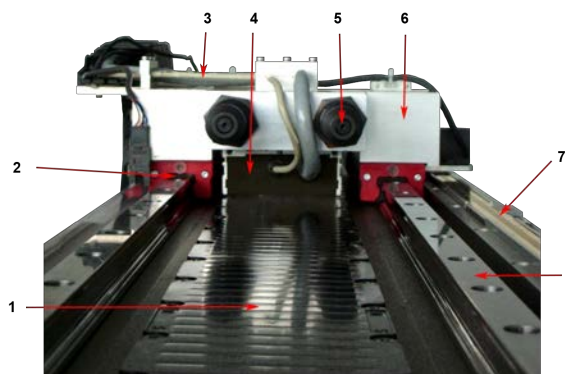
7.1 Wichtige Hinweise

Vor der Installation der Linearmotorkomponenten muss die Installation des Maschinenbettes fertig gestellt sein. Die Schienen müssen auf dem Maschinenbett montiert und ausgerichtet sein. Der Schlitten muss mit Lagern, Dämpfern und erforderlichen Leitungen ausgestattet sein, so dass eine ordnungsgemäße Fahrt des Schlittens über die Wegstrecke gewährleistet ist.

 WARNUNG	Schäden durch unkontrollierte, magnetische Anziehungskräfte Die in dieser Anleitung vorgegebene Installationsreihenfolge muss beachtet werden. Eine andere Reihenfolge kann gefährliche Situationen herbeiführen und Schäden auf Grund von unkontrollierten magnetischen Anziehungskräften verursachen.
 Hinweis	Schäden durch fehlerhafte Wasserkühlungseinheit Für den Fall, dass eine Wasserkühlungseinheit benutzt werden soll, lesen Sie bitte Kapitel <u>Installation der Wasserkühlung</u> [► 40].
 	Lebensgefahr durch magnetische Felder beim Linearmotor! Die Linearmotoren AL2xxx sind mit Permanentmagneten in der Magnetplatte ausgestattet. Hierbei treten starke Magnetfelder auf. Die magnetische Feldstärke der Motoren resultiert im stromlosen Zustand ausschließlich aus den Magnetfeldern des Sekundärteils. Es besteht insbesondere eine Gefahr für: Personen mit Herzschrittmachern (Der Herzschrittmacher kann in den Testmodus geschaltet werden und somit einen Herzstillstand hervorrufen!) Personen mit implantierten Defibrillatoren (Die Defibrillatoren können durch das magnetische Feld funktionsunfähig gemacht werden!)
 Achtung	Datenverlust durch magnetische Felder! -- Magnetische Datenträger -- Chipkarten mit Magnetstreifen und -- elektronische Geräte können durch auftretende Magnetfelder entmagnetisiert werden. Es droht Daten Verlust. Die oben aufgeführten Objekte, sowie freiliegende ferromagnetische Gegenstände, dürfen nicht näher als 1 m an die Magnetplatten herangeführt werden. Zu beachten sind die Anforderungen der BGV B 11 in Zusammengehörigkeit mit magnetischen Feldern und die in anderen Ländern geltenden, nationalen Bestimmungen
 VORSICHT	Schäden durch ein nicht neutralisiertes Magnetfeld Verwenden Sie die Magnetplatten nur, wenn Sie mit den Magnetfeld vermindernenden Schutzplatten abgedeckt sind.
 VORSICHT	Schäden bei der Demontage durch das Magnetfeld Vergewissern Sie sich, dass die Magnetplatten in Ihrer Maschine sicher befestigt sind, bevor Sie die Schutzplatten entfernen. Setzen Sie die Schutzplatten wieder auf die Magnetplatten, bevor Sie diese demontieren. Bringen Sie keine weichmagnetischen Gegenstände (Eisen) näher als 10 cm an die Magnetseite der Magnetplatten heran.

7.2 Montagereihenfolge der Arbeitseinheit

Befestigen der Spuleneinheit



Beachten Sie folgende Hinweise, bevor Sie mit der Montage anfangen. Die Ebenheit der Aufnahme­fläche für die Spuleneinheit muss unterhalb von 0,1 mm liegen. Die Spuleneinheit muss parallel zur Magnetplatte montiert werden. Die Parallelität muss geringer als 0,20 mm sein. Hierfür können die Seiten der Spuleneinheit oder die runden Bohrungen in der Aufnahme­fläche verwendet werden. Passstifte können in den runden Bohrungen eingesetzt werden. Die seitliche Positionierung der Spuleneinheit gegenüber den Magnetplatten ist nicht sehr kritisch. Eine Toleranz bis zu $\pm 0,5$ mm ist zulässig.

Pos.-Nr.	Erläuterung	Pos.-Nr.	Erläuterung
1	Magnetplatte	5	Dämpfer
2	Lager	6	Schlitten
3	Verkabelung	7	Messstab
4	Spuleneinheit	8	Schiene

Bitte beachten Sie die folgenden Bemerkungen und Angaben:



Hinweis

Anzugsreihenfolge der Schrauben:

Nehmen Sie eine kreuzweise Befestigung der Schrauben vor, damit Sie eine gleichmäßige Verteilung der resultierenden Kräfte bekommen.



Achtung

Schäden an der Spuleneinheit durch falsche Schrauben!

Die Verwendung von zu langen Schrauben für die Spuleneinheit kann nicht sofort ersichtliche Schäden verursachen und gefährliche Situationen hervorrufen. Überprüfen Sie:

- die Schraubenlänge
- die Schraubenhöhe nach dem Einbau.

Schrauben für die Spuleneinheit	AL20xx	AL24xx	AL28xx
Schraube (Stahl)	M5	M4	M5
Tiefe in der Spuleneinheit	Min: 4 mm Max: 5mm	Min: 4 mm Max: 5 mm	Min: 4,5 mm Max: 6,5 mm
Anzugsdrehmoment	3,0 – 5,0 Nm	2,0 – 3,0 Nm	3,0 – 5,0 Nm



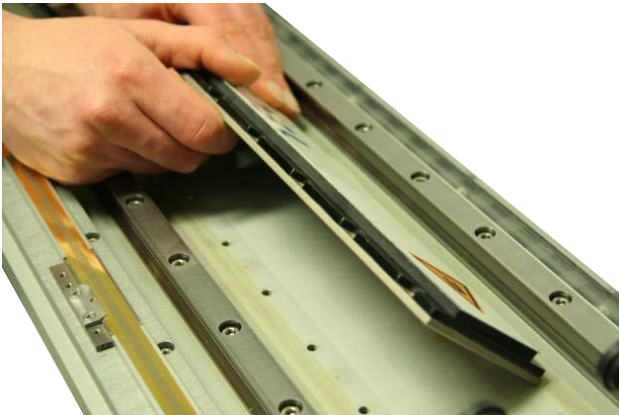
Hinweis

Abstand der Wasserkühlungsanschlüsse:

Beachten Sie, dass die Anschlüsse für die Wasserkühlung bis zu 1 mm über die Abmessungen des Spulenteils heraus ragen können. Vergewissern Sie sich, dass genügend Abstand eingehalten wird oder verwenden Sie eine Zwischenplatte von mindestens 1 mm Dicke. Siehe auch Kapitel [Installation der Wasserkühlung \[► 40\]](#) (Zusätzliche Installationshinweise / Wasserkühlung).

7.3 Montage der Magnetplatten

Befestigung der Magnetplatten



Die strukturierte Seite ist die Magnetseite der Platten. Die Magnetplatten wirken mit einer starken Anziehungskraft auf alle ferromagnetischen Metalle, wie z.B. Eisen. Diese Kräfte können nicht mit den Händen kontrolliert werden. Sie können ernsthafte Verletzungen verursachen.

7.3.1 Einsetzen der Passstifte



VORSICHT

Schäden am Linearmotor durch unerwünschte Bewegungen des Schlittens!

Wenn der Schlitten bereits montiert ist, bewegen Sie den Schlitten zu einem Ende der Wegstrecke und sichern Sie ihn, um unerwünschte Bewegungen zu vermeiden.

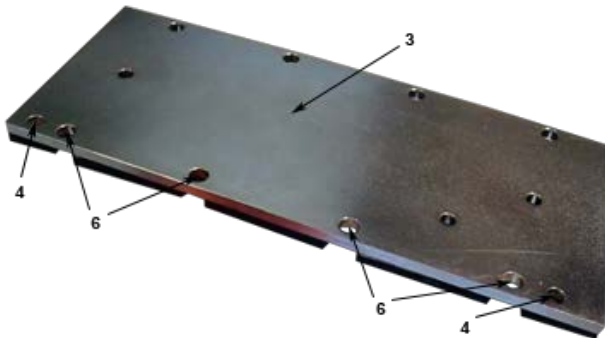


Hinweis

Dimensionierung der Passstifte:

Die Passstifte dürfen nicht mehr als 3,3 mm über dem Maschinenbett stehen.

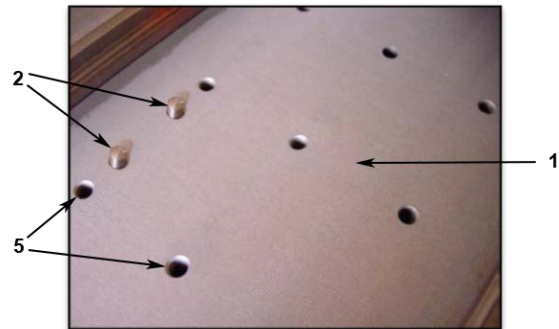
Einsetzen der Passstifte in die Magnetplatte



Gehen Sie wie folgt vor:

- Fertigen Sie die Positionsbohrungen (2) im Maschinenbett (1) analog der 5 mm Positionsbohrungen (4) in der Magnetplatte (3) an.
- Setzen Sie die Passstifte (2) in die Positionierungsbohrungen (2) des Maschinenbetts (1).
- Fertigen Sie die Gewindebohrungen (5) analog zu den Montagebohrungen (6) der Magnetplatte (3) an.

Montage der Magnetplatte

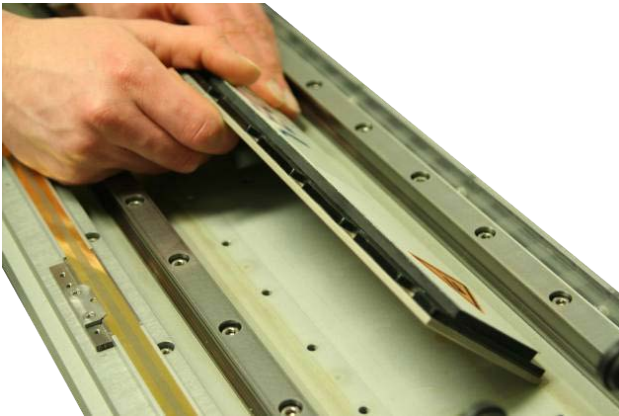


Gehen Sie wie folgt vor:

- Reinigen Sie die Aufnahme­fläche von Staub und Partikeln.
- Montieren Sie die Magnetplatte auf der Aufnahme­fläche der Wegstrecke.

7.3.2 Anbau der Magnetplatten

Befestigen der Magnetplatte am Maschinenbett



Gehen Sie wie folgt vor:

- Richten Sie alle Magnetplatte in die gleiche Richtung aus.
Beispiel:
Alle Magnetplatten müssen so angebracht werden, dass die Positionsbohrungen in die rechte obere Ecke weisen.
- Befestigen Sie die Magnetplatte am Maschinenbett. Die Mindesteinschraubtiefe sollte 6,5 mm betragen. Das Anzugsdrehmoment 2,5 bis 3,5 Nm.
- Nun können die übrigen Magnetplatten in gleicher Weise montiert werden.

Entfernen der Schutzplatten



Gehen Sie wie folgt vor:

- Entfernen Sie alle Schutzplatten.
- Überprüfen Sie, ob sich der Schlitten ungehindert und sanft über die Magnetplatten bewegen kann.
- Tritt eine deutliche Kraftunregelmäßigkeit beim Übergang von einer Magnetplatte zur nächsten auf, sollte die Ausrichtung der Platten überprüft werden.



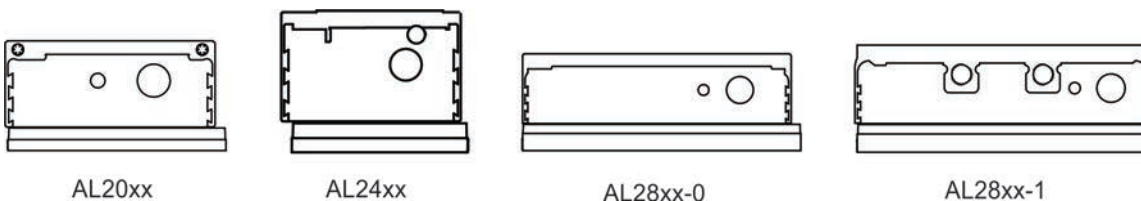
Hinweis

Ausrichtung der Magnetplatten:

Die nebeneinander liegenden Platten müssen sich gegenseitig anziehen. Wenn sie sich abstoßen, sind sie falsch ausgerichtet.

7.3.3 Spuleneinheit und Magnetplatte

Achten Sie bei den Motoren der Reihe AL2000 und AL2400 auf den Versatz der Spuleneinheit zur Magnetplatte. Die Reihe AL2800-0 schließt auf einer Seite bündig mit der Magnetplatte ab. Die Einbaulage des jeweiligen Motors ist der entsprechenden Maßzeichnungen zu entnehmen.



Durch Berücksichtigung der Montagehöhe, ergibt sich ein Luftspalt von $\leq 0,5$ mm zwischen Spuleneinheit und Magnetplatte. Mit diesem Luftspalt erreicht der Motor sicher seine Nennleistung.

7.4 Koppeln von Linear-Servomotoren

Linear-Servomotoren können miteinander verbunden werden, um zusammen auf einer Magnetbahn zu agieren. Die Kräfte der Motoren addieren sich hierbei. Die Motoren werden hierbei parallel an den Regler angeschlossen, was zu höheren Summenströmen führt. Motoren gleichen Typs können immer miteinander verbunden werden. Motoren unterschiedlichen Typs, gleicher Baureihe können verbunden werden, wenn ihre Kraftkonstante gleich ist.

7.4.1 Temperatur-Sensor

Verwenden Sie den Temperatur-Sensor des Motors, der die schlechteste Kühlung hat und somit die höhere Temperaturentwicklung haben wird.

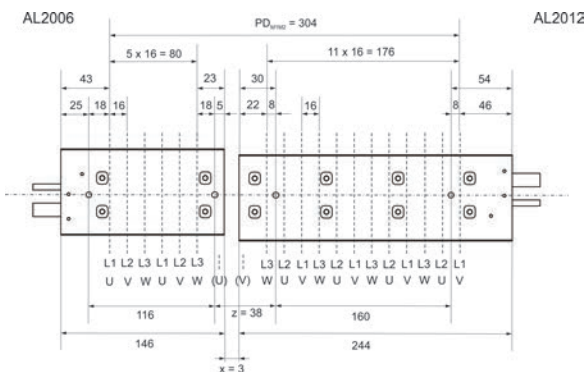
7.4.2 Anordnung der Motoren

Die Wicklungen der Motoren haben einen festen Abstand zu einander, der Baureihen abhängig ist. Bei den Baureihen AL2xxx beträgt dieser 16 mm. Werden Linear-Servomotoren miteinander gekoppelt, muss ein Vielfaches dieses Wicklungsabstandes auch zwischen den Wicklungen der verbundenen Motoren vorhanden sein.

Phasenwiederholung = $3 \times \text{Wicklungsabstand} = 3 \times 16 \text{ mm} = 48 \text{ mm}$

Beispiel 1 mit AL2006 und AL2012

In Beispiel 1 zeigen die Anschlussleitungen der Motoren in unterschiedliche Richtungen. Dies ermöglicht den minimalen Abstand der Linear-Servomotoren zueinander.



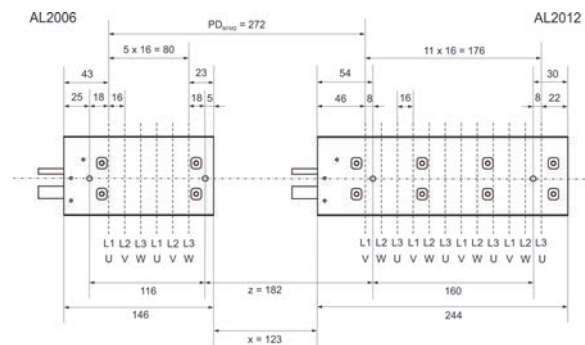
PD_{M1M2} = Phasenabstand „Phase L1 / Motor 1“ zu „Phase L1/ Motor 2“

x = Gehäuseabstand

z = Abstand der Passstiftbohrungen

Beispiel 2 mit AL2006 und AL2012

In Beispiel 2 zeigen die Anschlussleitungen in dieselbe Richtung. Bei dieser Anordnung muss der minimale Biegeradius der Motorleitung beachtet werden.



PD_{M1M2} = Phasenabstand „Phase L1 / Motor 1“ zu „Phase L1/ Motor 2“

x = Gehäuseabstand

z = Abstand der Befestigungsbohrungen

7.4.3 Berechnung des Offsets

Die Verdrahtung muss je nach Anordnung der Spuleneinheiten durchgeführt werden. Dazu muss der Offset bestimmt werden. Der Offset gibt an, um wieviel Spulen das Drehfeld im zweiten Motor verschoben ist. Mit Hilfe des Offsets und der Tabelle in Kapitel [Auslegung der Verdrahtung](#) [► 25] kann die Verdrahtung der Motoren bestimmt werden.

Der Offset wird anhand folgender Formel berechnet:

$$\text{Offset} = (\text{PD}_{\text{M1M2}} / 16) \text{ MOD } 3$$

Berechnung des Offsets für Beispiel 1:

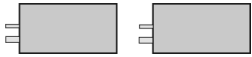
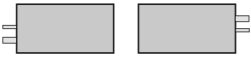
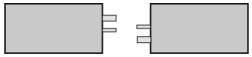
$$\begin{aligned} \text{Offset} &= (304 / 16) \text{ MOD } 3 \\ &= 19 \text{ MOD } 3 = 1 \end{aligned}$$

Berechnung des Offsets für Beispiel 2:

$$\begin{aligned} \text{Offset} &= (272 / 16) \text{ MOD } 3 \\ &= 17 \text{ MOD } 3 = 2 \end{aligned}$$

7.4.4 Auslegung der Verdrahtung

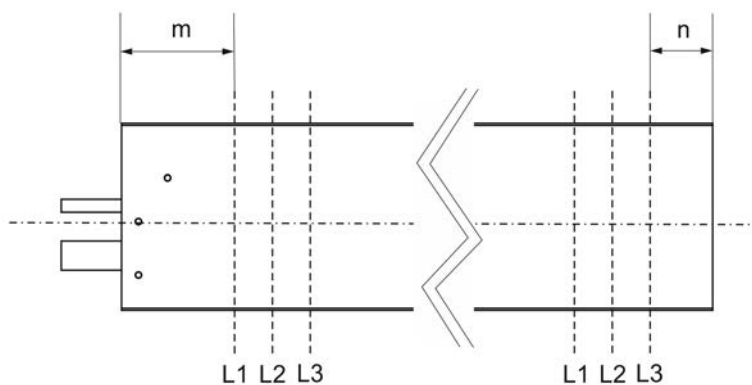
Mit dem im vorherigen Kapitel berechneten Offset kann anhand folgender Tabelle die Verdrahtung der gekoppelten Motoren vorgenommen werden. Es wird jeweils aufgeführt, wie die Phasen von Motor 1 (L1, L2, L3) auf die Phasen von Motor 2 (L1', L2', L3') gelegt werden.

	Leitungen der Motoren zeigen in dieselbe Richtung	Leitungen der Motoren zeigen nach außen	Leitungen der Motoren zeigen nach innen
			
Offset = 0	L1/L1' L2/L2' L3/L3'	L1/L1' L2/L3' L3/L2'	L1/L1' L2/L3' L3/L2'
Offset = 1	L1/L3' L2/L1' L3/L2'	L1/L2' L2/L1' L3/L3'	L1/L3' L2/L2' L3/L1'
Offset = 2	L1/L2' L2/L3' L3/L1'	L1/L3' L2/L2' L3/L1'	L1/L2' L2/L1' L3/L3'

7.4.5 Positionen der Phasenlinien

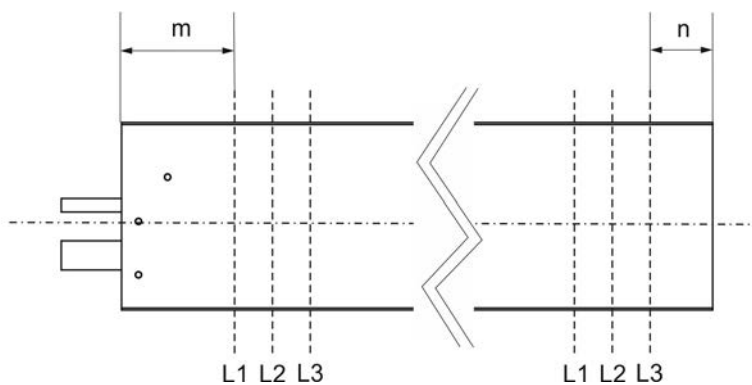
7.4.5.1 Phasenlinien AL20xx

Modell	m	n
AL2003	41	25
AL2006	43	23
AL2009	43	23
AL2012	46	22
AL2015	43	23
AL2018	43,5	20,5
AL2024	46	22



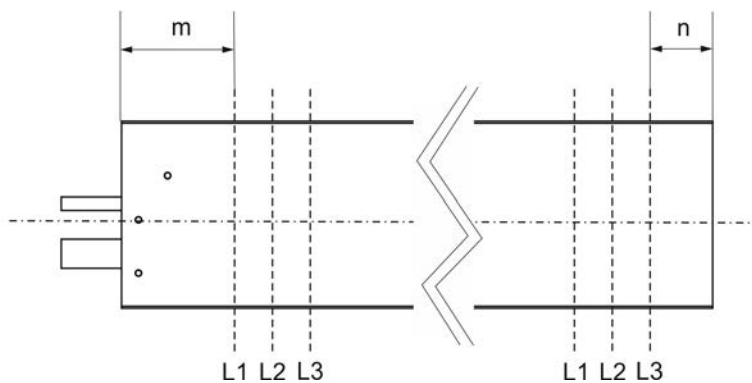
7.4.5.2 Phasenlinien AL24xx

Modell	m	n
AL2403	36	25
AL2406	40	23
AL2412	43	22



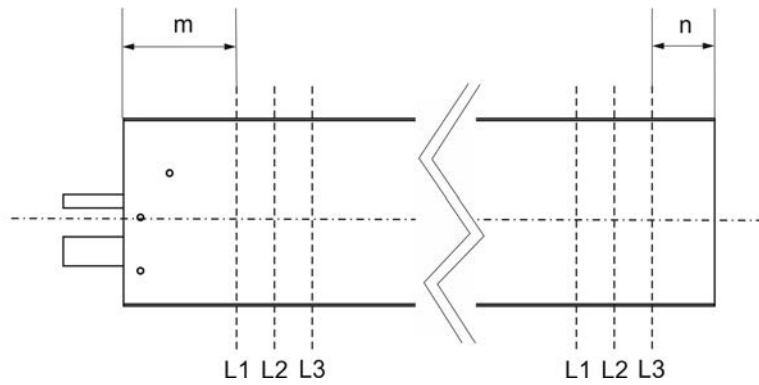
7.4.5.3 Phasenlinien AL28xx-0 luftgekühlt

Modell	m	n
AL2812-0	46	22
AL2815-0	43	23
AL2830-0	43	23



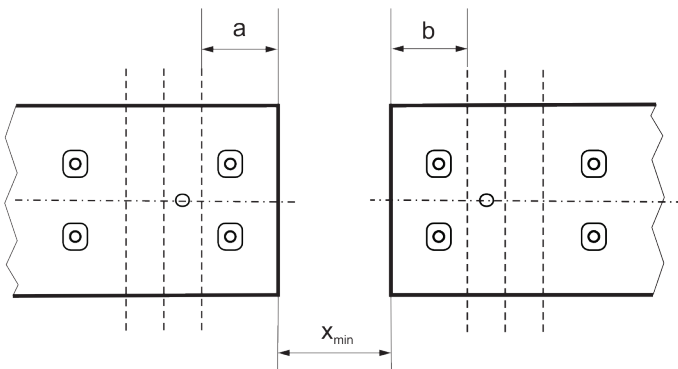
7.4.5.4 Phasenlinien AL28xx-1 wassergekühlt

Modell	m	n
AL2830-1	56	28
AL2845-1	56	28



7.4.6 Minimaler Abstand der Motoren zueinander

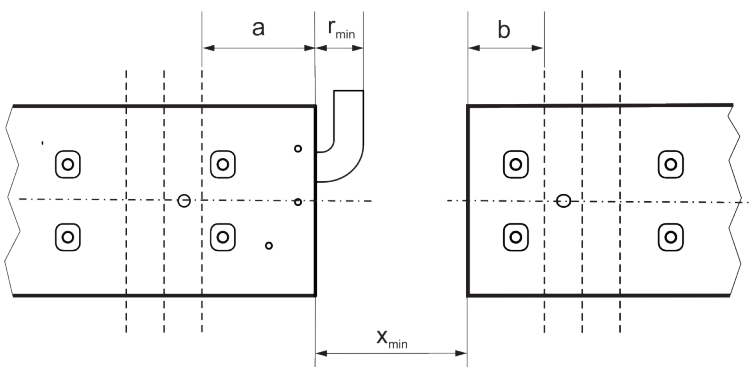
a) Motorleitungen voneinander weg zeigend



$$n' = (a + b) / 16$$

$$n = n' \text{ aufgerundet / rounded up}$$

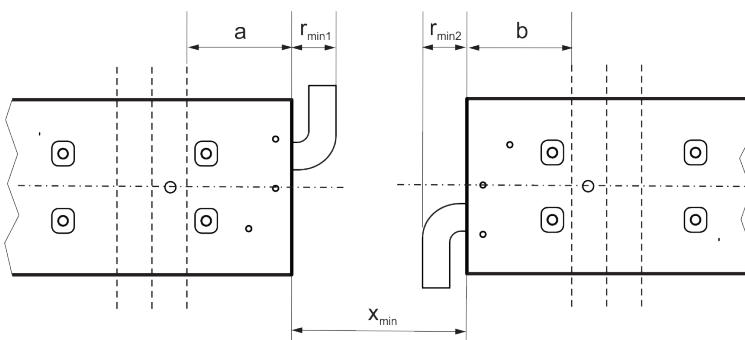
b) Motorleitungen in dieselbe Richtung zeigend



$$n' = (a + b + r_{\min}) / 16$$

$$n = n' \text{ aufgerundet / rounded up}$$

c) Motorleitungen zeigen aufeinander



$$n' = (a + b + r_{\min1} + r_{\min2}) / 16$$

$$n = n' \text{ aufgerundet / rounded up}$$

$x_{\min}$ = Minimaler Abstand der Motoren zueinander

$x_{\min} = n * 16 - a - b$ n' = Hilfsvariable

n = Vielfaches des Phasenabstands

a = Abstand zwischen Phasenlinie und Gehäusewand Motor 1 (siehe vorherige Seiten)

b = Abstand zwischen Phasenlinie und Gehäusewand Motor 2 (siehe vorherige Seiten)

$r_{\min}$ = Minimaler Biegeradius der Motorleitung (siehe Kapitel [Technische Daten](#) [► 46])

Berechnung für Beispiel a):	Berechnung für Beispiel c):
(Motor AL2006 und AL2012)	(Motor AL2006 und AL2012)
$n' = (23\text{mm} + 22\text{mm}) / 16\text{mm} = 2,81$	$n' = (43\text{mm} + 46\text{mm} + 96\text{mm} + 96\text{mm}) / 16\text{mm} = 17,56$
$n = 3$ (aufgerundet)	$n = 18$ (aufgerundet)
$x_{\min} = 3 * 16\text{mm} - 23\text{mm} - 22\text{mm} = 3\text{mm}$	$x_{\min} = 18 * 16\text{mm} - 43\text{mm} - 46\text{mm} = 199\text{mm}$

7.5 Abbaureihenfolge



WARNUNG

Schäden durch unkontrollierte, magnetische Anziehungskräfte

Die Abbaureihenfolge dieser Anleitung muss beachtet werden. Eine andere Reihenfolge kann gefährliche Situationen herbeiführen und Schäden auf Grund von unkontrollierten, magnetischen Anziehungskräften verursachen.

Abbaureihenfolge:

1. Spannungsfreiheit prüfen und gegen Wiedereinschalten sichern.
2. Trennen Sie die elektrischen Leitungsanschlüsse.
3. Trennen Sie die Schläuche der Wasserkühlungseinheit (falls installiert).
4. Bewegen Sie den Schlitten zu einer Seite. Sichern Sie den Schlitten um unerwünschte Bewegungen zu vermeiden.
5. Decken Sie jede Magnetplatte, die entfernt werden muss, mit einer neutralisierenden Schutzplatte ab.
6. Entfernen Sie eine oder mehrere Magnetplatten. Der Abstand der Magnetplatten zu der Spuleneinheit oder anderen freiliegenden ferromagnetischen Teilen, sollte dabei 10 cm nicht unterschreiten.
7. Bewegen Sie den Schlitten auf die andere Seite. Sichern Sie den Schlitten um unerwünschte Bewegungen zu vermeiden.
8. Decken Sie jede Magnetplatte, die entfernt werden muss, mit einer neutralisierenden Schutzplatte ab.
9. Entfernen Sie die übrigen Magnetplatten.
10. Entfernen Sie die Spuleneinheit vom Schlitten.

8 Elektrische Installation

8.1 Wichtige Hinweise

 GEFAHR	Akute Verletzungsgefahr durch Stromschlag! - Nur Fachleute mit elektrotechnischer Ausbildung dürfen die Motoren verdrahten. - Prüfen Sie die Zuordnung vom Servoverstärker und Servomotor. Vergleichen Sie Nennspannung und Nennstrom der Geräte. - Installieren Sie die Motoren immer im spannungsfreien Zustand, d.h. keine der Betriebsspannungen eines anzuschließenden Gerätes darf eingeschaltet sein. Sorgen Sie für eine sichere Freischaltung des Schaltschranks (Sperre, Warningschilder etc.). Erst bei der Inbetriebnahme werden die einzelnen Spannungen eingeschaltet. - Lösen Sie die elektrischen Anschlüsse der Motoren nie unter Spannung. Steuer- und Leistungsanschlüsse können Spannung führen, auch wenn sich der Motor nicht bewegt.
 Achtung	Störungsfreier Betrieb - Achten Sie auf einwandfreie Erdung von Servoverstärker und Motor. EMV-gerechte Abschirmung und Erdung siehe weiter unten. Erden Sie Montageplatte und Motorgehäuse. Hinweise zur Anschlusstechnik finden Sie in Kapitel <u>Anschluss der Motoren mit vor-konfektionierten Leitungen</u> [► 33] - Verwenden Sie nur von Beckhoff freigegebene Leitungen für den Betrieb der AL2xxx. - Verlegen Sie Leistungs- und Encoderleitung möglichst getrennt (Abstand > 20 cm). Die elektromagnetische Verträglichkeit des Systems wird so verbessert. - Verlegen Sie sämtliche Leitungen in ausreichendem Querschnitt nach EN 60204. Die empfohlenen Querschnitte finden Sie in den technischen Daten. - Verdrahtung: ⇒ Feedback-Leitung anschließen ⇒ Motorleitungen anschließen ⇒ Abschirmungen beidseitig (Schirmklemmen bzw. EMV-Stecker)
 Achtung	HF-Störungen Das Masse-Zeichen , das Sie in allen Anschlussplänen finden, deutet an, dass Sie für eine möglichst großflächige, elektrisch leitende Verbindung zwischen dem gekennzeichneten Gerät und der Montageplatte in Ihrem Schaltschrank sorgen müssen. Diese Verbindung soll die Ableitung von HF-Störungen ermöglichen und ist nicht zu verwechseln mit dem PE-Zeichen (Schutzmaßnahme nach EN 60204).

8.2 Anschluss der Motoren

Der Anschluss der Motoren kann auf unterschiedliche Art erfolgen und hängt von der bestellten Variante ab. Diese werden in den Folgekapiteln näher erläutert.

8.2.1 Leitung mit Einzeladern

Werden die Motoren mit Einzeladern bestellt, kann ein beliebiger Stecker konfektioniert werden. Die Zuordnung der Signale zu den Adern ist den unten stehenden Tabellen zu entnehmen.

Leistung

Ader	Signal
3	U
Grün/Gelb	PE
1	W
2	V
Geflecht	Schild / Schirm

Temperaturkontakt

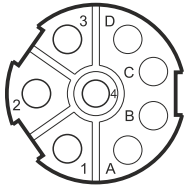
Ader	Signal
Weiß	PTC
Grün	KTY
Braun	PTC
Gelb	KTY
Geflecht	Schild / Schirm

8.2.2 Anschlusskabel mit Stecker

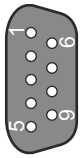
Motoren mit Anschlusssteckern

Leistungsstecker	Temperaturkontakt-Stecker
	
ZS4000-2040 (Stift)	ZS4000-2030 (Buchse)

Leistungsstecker Belegung

Kontakt	Signal	Rundstecker M23 (8-polig)
1	U	
2	PE	
3	W	
4	V	
Gehäuse	Schild / Schirm	

Temperaturkontaktstecker Belegung

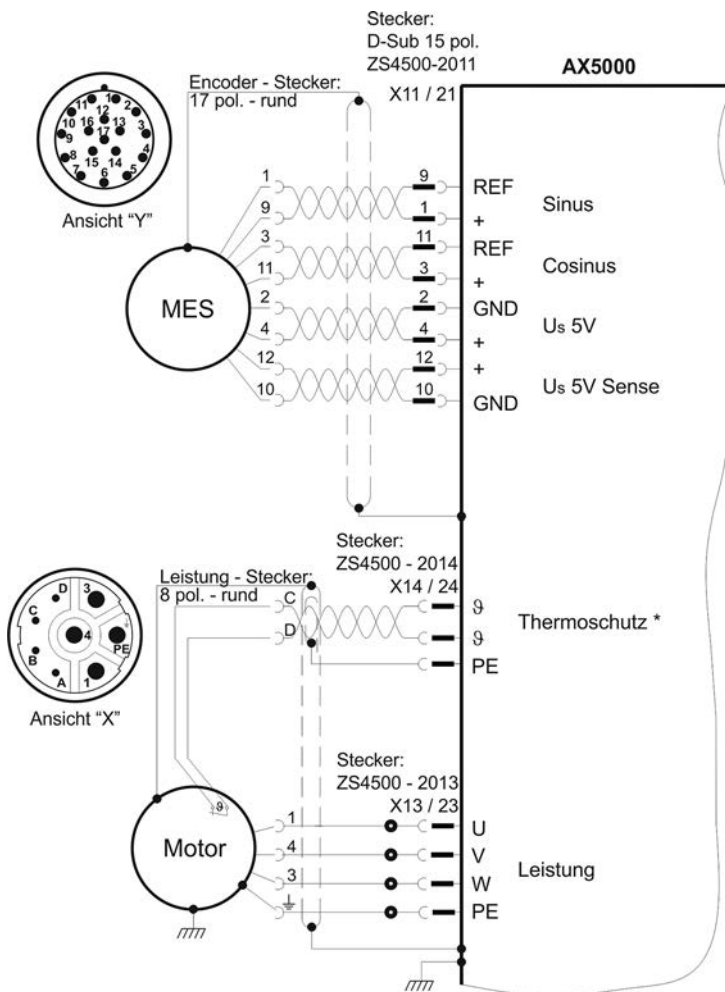
Kontakt	Signal	D-Sub Stecker (9-polig)
5	KTY	
9	KTY	
2	PTC	
6	PTC	
Gehäuse	Schild / Schirm	

8.3 Anschluss der Motoren mit vorkonfektionierten Leitungen

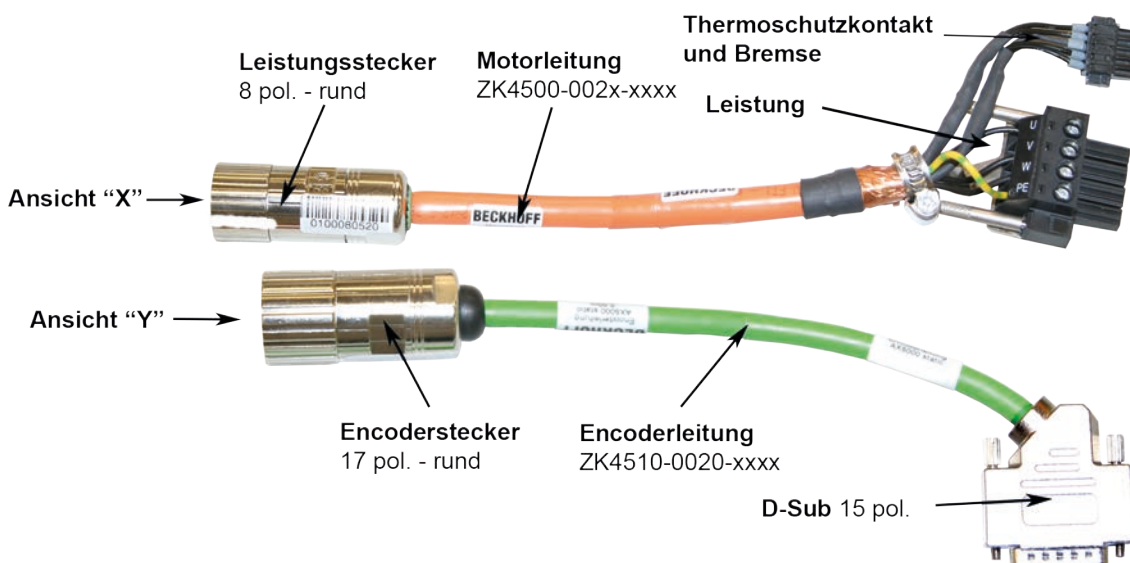
Zur sicheren, schnelleren und fehlerfreien Installation der Motoren bietet Beckhoff vorkonfektionierte Motor- und Feedbackleitungen an. Beckhoff Leitungen sind getestete Komponenten in Bezug auf verwendetes Material, Abschirmung und Anschlusstechnik, die eine einwandfreie Funktion und die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen, wie EMV, UL usw. garantieren. Der Einsatz anderer Leitungen kann unerwartete Störungen verursachen und bis zum Verlust der Gewährleistung führen.

- Führen Sie die Verdrahtung gemäß den geltenden Vorschriften und Normen aus.
- Verwenden Sie für Leistungs- und Feedbackanschluss ausschließlich unsere vorkonfektionierten, abgeschirmten Leitungen. Nicht korrekt aufgelegte Abschirmungen führen unweigerlich zu EMV-Störungen.
- Leitungen, die während des Betriebs des Linear-Servomotors bewegt werden, stellen immer ein Verschleißteil dar. Es empfiehlt sich, diese mit Hilfe einer Steckverbindung zwischen der bewegten Leitung und der Motorleitung der Spuleneinheit so zu installieren, dass ein einfacher Austausch gewährleistet werden kann. Der minimale Biegeradius der jeweiligen Leitung ist den entsprechenden Datenblätter zu entnehmen.
- Detaillierte Spezifikationen der Leitungen finden Sie auf unserer Homepage im Bereich Download→ Dokumentationen→ Antriebstechnik→ Leitungen.

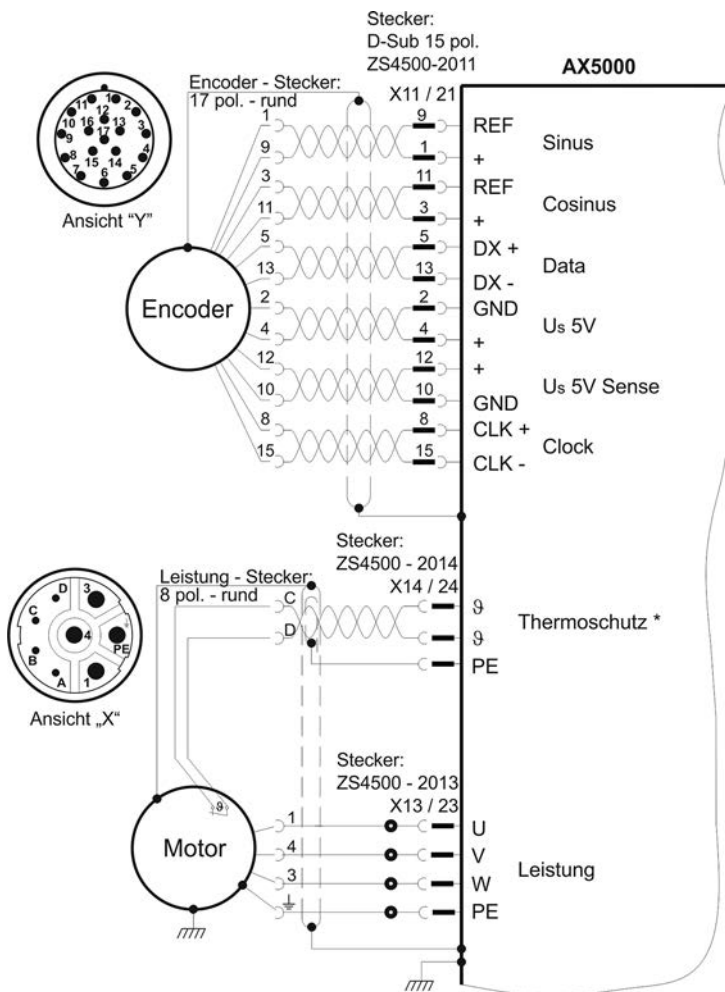
8.3.1 Anschlussbild für AL2xxx mit MES oder Sin/Cos Geber ohne Nullimpuls



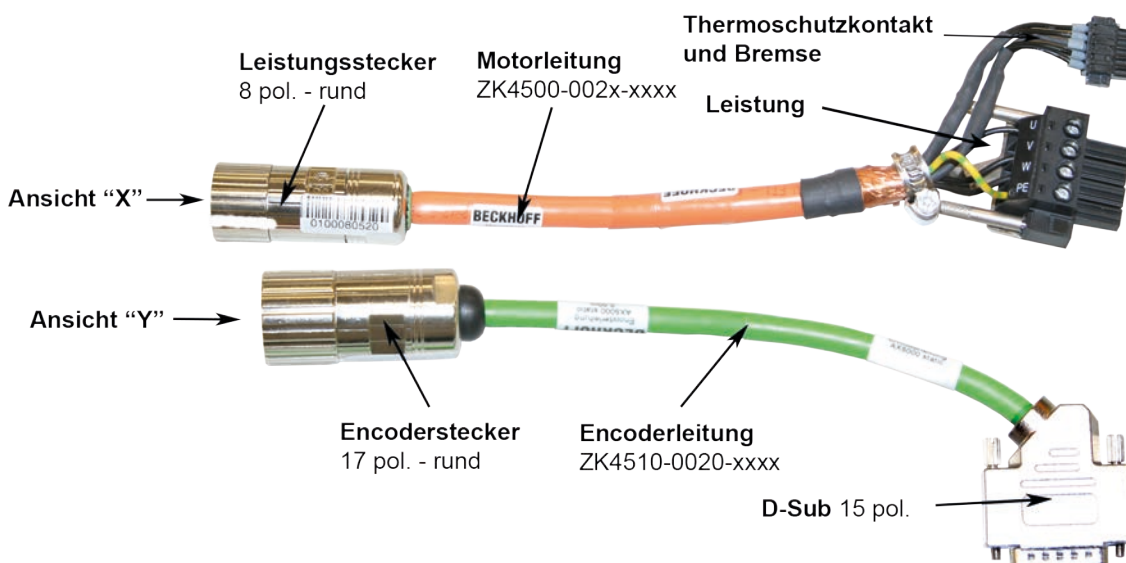
* Wird keine ConnectorBox verwendet, wird zusätzlich die Thermoschutzkontaktleitung ZK4540-0020-xxxx benötigt. Diese ist an X14 / 24 anzuschließen.



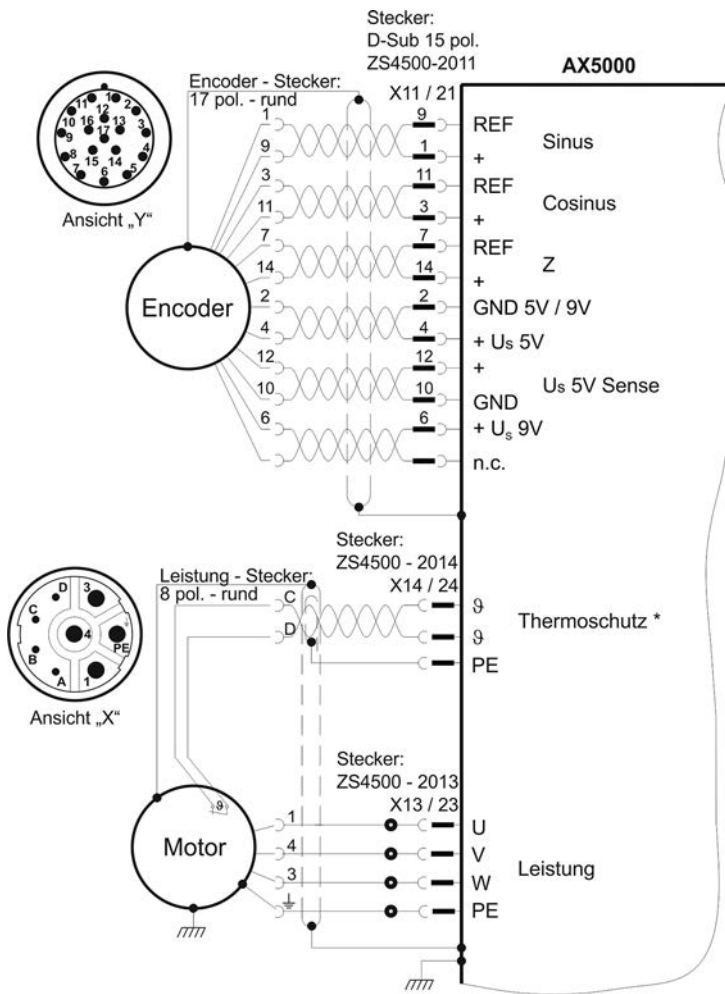
8.3.2 Anschlussbild für AL2xxx und Absolutwert-Encoder



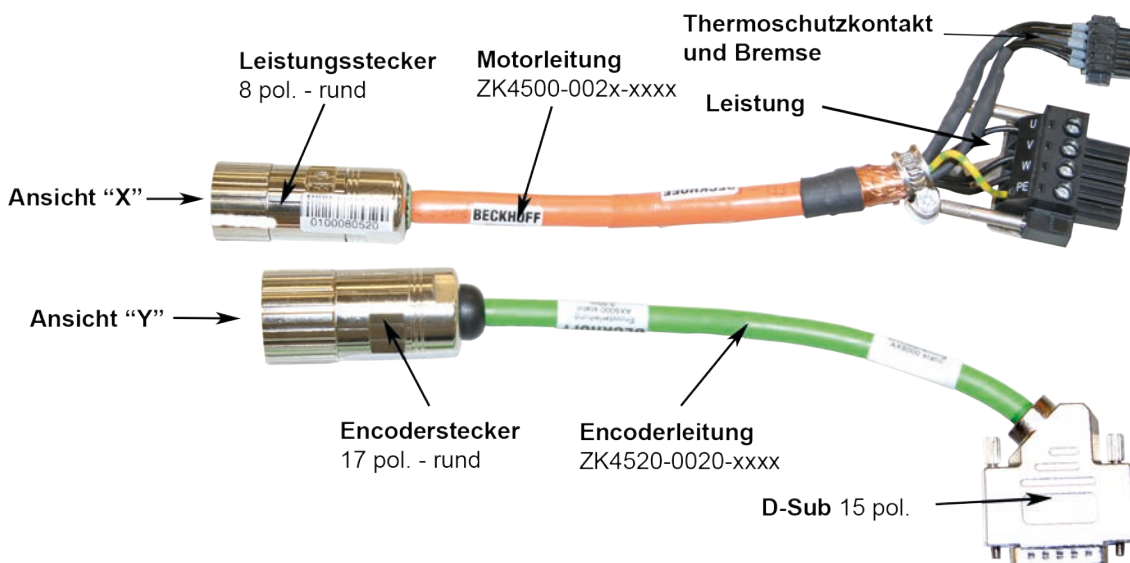
* Wird keine ConnectorBox verwendet, wird zusätzlich die Thermoschutzkontaktleitung ZK4540-0020-xxxx benötigt. Diese ist an X14 / 24 anzuschließen.



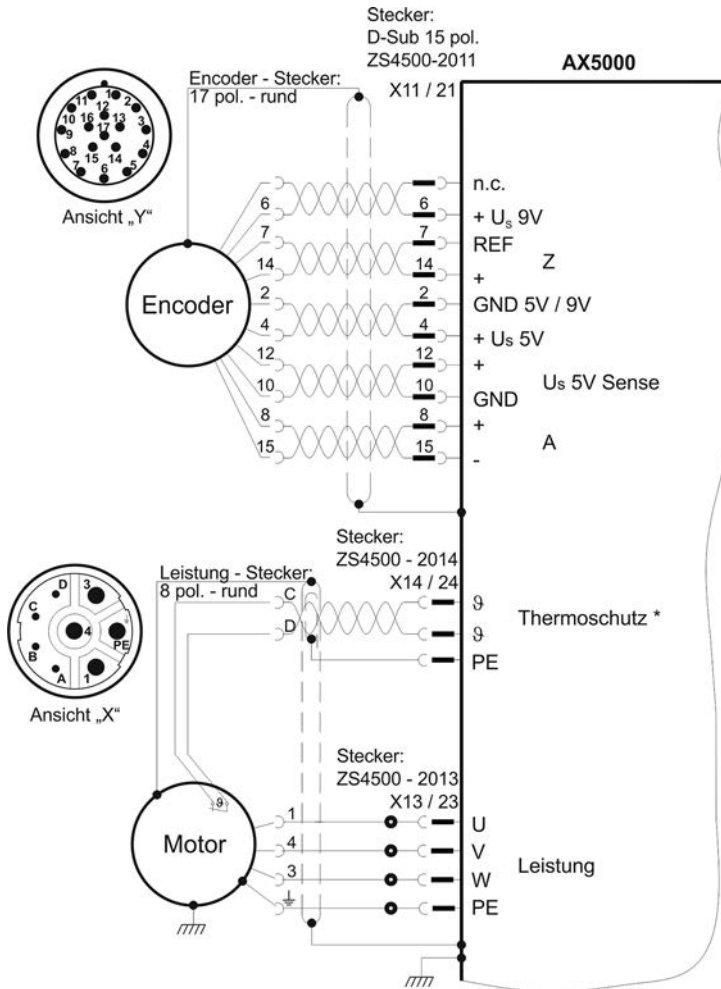
8.3.3 Anschlussbild für AL2xxx und Sin/Cos- Encoder mit Nullimpuls



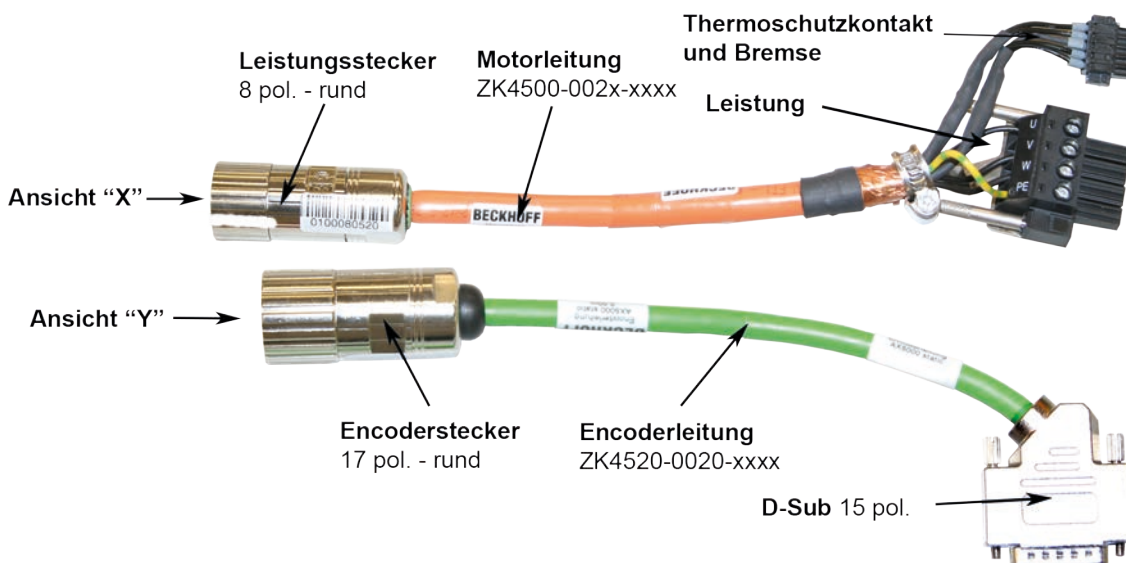
* Wird keine ConnectorBox verwendet, wird zusätzlich die Thermoschutzkontaktleitung ZK4540-0020-xxxx benötigt. Diese ist an X14 / 24 anzuschließen.



8.3.4 Anschlussbild für AL2xxx und TTL- Encoder mit Nullimpuls



* Wird keine ConnectorBox verwendet, wird zusätzlich die Thermoschutzkontaktleitung ZK4540-0020-xxxx benötigt. Diese ist an X14 / 24 anzuschließen.



8.4 Temperaturfühler

Die Spuleneinheit ist mit zwei Temperaturfühlern ausgestattet, einem PTC-1k Ω und einem KTY83-122. Die Temperaturfühler werden für die Überwachung der Temperatur in der Spuleneinheit verwendet. Die Temperaturleitung umfasst vier Drähte.

8.4.1 PTC-Spezifikation

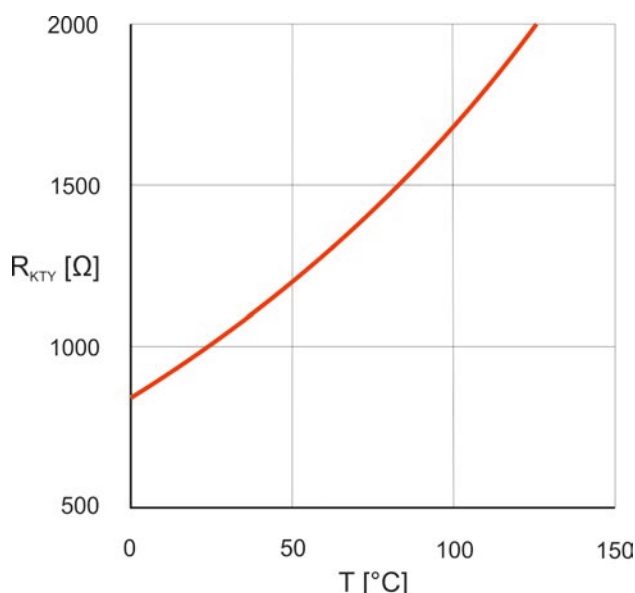
Der PTC-1k Fühler hat eine sprunghafte Widerstandssteigerung in der Nähe einer kritischen Temperatur und hat damit die Eigenschaften eines digitalen Indikators. Mit dem PTC kann allerdings kein graduelles Temperatursignal erzeugt werden.

Der PTC hat bei Raumtemperatur einen elektrischen Widerstand von etwa 65 Ohm. Steigt die Temperatur bis zur kritischen Temperatur an, steigt der Widerstand fast gleichmäßig auf bis zu 1000 Ohm an. Oberhalb dieser Temperatur steigt der Widerstand exponentiell an. Der Schaltwiderstand ist also 1000 Ohm. Der Verstärker wird die Stromversorgung unverzüglich trennen, wenn dieser Widerstand überschritten wird. Auf diesem Weg ist es möglich, die Überhitzung des Motors zu verhindern. Die Thermoschutzkontaktleitung muss daher ordnungsgemäß an den Verstärker angeschlossen sein.

Temperatur	Widerstand
Bis zu 20°C unterhalb der kritischen Temperatur	< 250 Ω
Bis zu 5°C unterhalb der kritischen Temperatur	< 550 Ω
Schaltwiderstand	> 1000 Ω
Über der kritischen Temperatur	> 1330 Ω

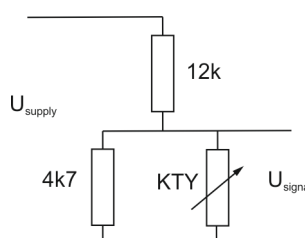
8.4.2 KTY-Spezifikation

Diagramm des KTY-Fühlers



Der KTY 83-122 Fühler hat einen stabilen und graduellen Temperaturkoeffizienten. Der KTY liefert eine Temperaturerfassung in einem hochgradigen Bereich. Dadurch eignet er sich besonders gut für die Beobachtung der Spulentemperatur.

Abbild einer Widerstandsschaltung



Der Fühler benötigt einen ständigen Strom von 0 bis 2 mA. Der Widerstand verhält sich nicht linear mit der Temperatur. Ein lineares Strom-Temperaturverhältnis erhält man mit einer Widerstandsschaltung. Die Grundgenauigkeit liegt bei etwa $\pm 5^\circ\text{C}$ (mit Messwiderständen).

T (°C)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R _{KTY} (Ω)	815	886	961	1040	1123	1209	1300	1394	1492	1594	1700	1810	1923	2041

8.5 Polungstest

**Achtung****Schutz des Linear-Servomotors**

Stellen Sie vor der Überprüfung sicher, dass der elektrische und mechanische Schutz des Linearmotorsystems gegeben ist.

Es gibt eine Möglichkeit die Polung zu überprüfen. Mittels Verschieben des Schlittens kann festgestellt werden, ob die Bewegungsrichtung des Motors der Zählrichtung des Feedbacks entspricht. Ist dies der Fall, dann ist der Motor richtig angeschlossen. Andernfalls müssen zwei Phasen, Phase 1 und 3 der Motorleitung, getauscht werden.

Alle Linear-Servomotoren von Beckhoff sind gleich verdrahtet und angeschlossen, so dass ein Test ausreicht, um die Polung einer Motor-Messstab-Kombination herauszufinden. Wenn mehrere Achsen auf ähnliche Weise konstruiert sind, wird die Polung identisch sein.

9 Installation der Wasserkühlung



Hinweis

Ausstattung mit einer Wasserkühlung

Nur die Baureihen AL20xx und AL28xx-1000 sind mit einer Wasserkühlung ausgestattet.

9.1 Allgemeines

In diesem Kapitel wird auf die Installation einer optionalen Wasserkühlungseinheit eingegangen. Die Baureihe AL20xx kann standardmäßig mit oder ohne Wasserkühlung betrieben werden. Bei der AL28xx-Baureihe stellt die Wasserkühlung eine Option da, die explizit bestellt werden muss, um verwendet werden zu können.



Achtung

Folgeschäden einer undichten Wasserkühlung

Beckhoff übernimmt keinerlei Verantwortung für eventuelle Folgeschäden aufgrund einer undichten Wasserkühlung

9.2 Voraussetzungen

	AL20xx	AL28xx-100x
Anschlussnippel	M5	Push-Pull-Fitting, -Festo QS-1/8-8*
Dichtung	M5 Kunststoffdichtung & Loctite 638 / 648	Teflonband
Erforderliches Drehmoment	0,2 – 0,3 Nm	4,0 Nm



Achtung

Druckverluste infolge falscher Anschlüsse

Der Einsatz anderer Anschlüsse kann höhere Druckverluste, als angegeben, zur Folge haben.

9.3 Installation der Wasserkühlungsanschlüsse

9.3.1 AL2xxx

Sorgen Sie dafür, dass der Strömungsdurchmesser mindestens 2,5 mm und der Innendurchmesser des Schlauches mindestens 4 mm betragen.

1. Entfetten Sie den Anschluss und die Gewindebohrung. Lassen Sie das Entfettungsmittel vollständig verdampfen, bevor Sie weiter arbeiten.
2. Setzen Sie den Kunststoffdichtring auf den Anschluss.
3. Geben Sie einen Tropfen Loctite 638 / 648 Kleber auf das Gewinde und verteilen Sie ihn rundherum.
4. Setzen Sie den Anschluss auf und drehen ihn, bis der Dichtring sichtbar verformt wird. (Dies erfordert lediglich ein Drehmoment von 0,2 bis 0,3 Nm!)
5. Entfernen Sie den überflüssigen Klebstoff.
6. Lassen Sie den Kleber 4 Stunden aushärten, bevor Sie ihn belasten.
7. Lassen Sie den Kleber etwa 12 Stunden aushärten, bevor Sie ihn unter Druck setzen.
8. Die Schläuche müssen zu den ausgewählten Anschlüssen passen.

Wasserkühlungsanschlüsse, die für Schläuche mit Innendurchmesser von 4 mm verwendet werden können, sind z. B. der **Festo PU-4 pneumatic** oder der sehr biegsame PVC-Schlauch **Rauclair E 4x1**. Beide Schläuche und Anschlüsse können einen Druck von 2 bar standhalten.

9.3.2 AL28xx-1 wassergekühlt

Sorgen Sie dafür, dass der Strömungsdurchmesser mindestens 2,5 mm und der Innendurchmesser des Schlauches mindestens 4 mm betragen.

1. Entfetten Sie den Anschluss und die Gewindebohrung. Lassen Sie das Entfettungsmittel vollständig verdampfen, bevor Sie weiterarbeiten.
2. Umwickeln Sie das Gewinde des Anschlussnippels mit Teflonband.
3. Setzen Sie den Anschluss auf und drehen ihn fest. (Dies erfordert ein Drehmoment von 4,0 Nm.)
4. Die Schläuche müssen zu den Anschlüssen passen.

Wasserkühlungsanschlüsse, die für Schläuche mit Innendurchmesser von 4 mm verwendet werden können, sind z. B. der **Festo PU-4 pneumatic** oder der sehr biegsame PVC-Schlauch **Rauclair E 4x1**. Beide Schläuche und Anschlüsse können einen Druck von 2 bar standhalten.

9.4 Anschluss der Schläuche

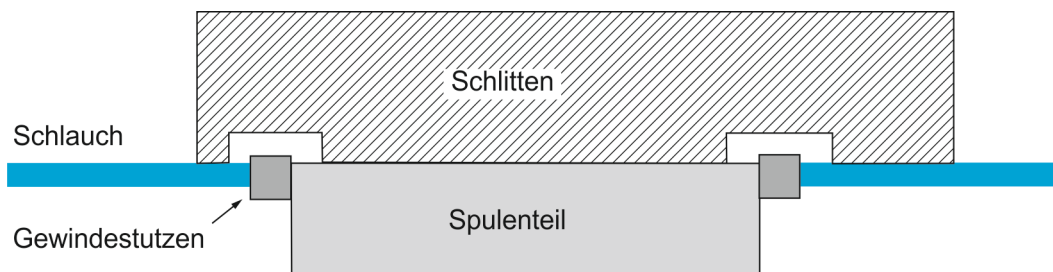


Achtung

Konfektionierung der Schläuche

Die Schläuche müssen zu den ausgewählten Anschlüssen passen.

Wenn die Schläuche angeschlossen werden, müssen die Anschlüsse öl- und fettfrei sein. Der minimale Durchfluss beträgt 1 l/min, bei einem Druckabfall unter 1 Bar. Beide Kühlleitungen können auch parallel eingesetzt werden. Dieser Anschluss verringert den Druckabfall, jedoch nur dann, wenn kavitationslose Y-Abzweigungen mit $\varnothing$ 6-8 mm verwendet werden.



Die Anschlüsse der Kühlwasserleitung können die Abmessungen des Motorteils überragen. Dies ist bei der Konstruktion des Schlittens zu beachten.

10 Inbetriebnahme

10.1 Wichtige Hinweise

 VORSICHT	Akute Verletzungsgefahr! • Die Montage und Inbetriebnahme darf nur durch gut ausgebildetes, qualifiziertes Fachpersonal mit Kenntnissen der Elektrotechnik und der Antriebstechnik durchgeführt werden. • Prüfen Sie, ob alle spannungsführenden Anschlussteile gegen Berührung sicher geschützt sind. • Lösen Sie die elektrischen Anschlüsse der Motoren nie unter Spannung. • Die Oberflächentemperatur des Motors kann im Betrieb 70 °C überschreiten. Prüfen (messen) Sie die Temperatur des Motors. Warten Sie, bis der Motor auf 40 °C abgekühlt ist, bevor Sie ihn berühren. • Stellen Sie sicher, dass auch bei ungewollter Bewegung des Antriebs keine maschinelle oder personelle Gefährdung eintreten kann.
--	--

10.2 Allgemeine Inbetriebnahme

Das Vorgehen bei der Inbetriebnahme wird exemplarisch beschrieben. Je nach Einsatz der Geräte kann auch ein anderes Vorgehen sinnvoll und erforderlich sein.

Wenn Sie sich vergewissert haben, dass das Linear-Servomotor-System Ihrer Anwendung ordnungsgemäß montiert ist, sowohl mechanisch als auch elektrisch, können Sie Ihr Linear-Servomotor-System in Betrieb nehmen.

10.2.1 Parametrierung

Abhängig von den verwendeten Komponenten (Motortyp, Feedbacksystem, Servoverstärker) müssen folgende, spezifische Parameter konfiguriert werden:

- Existenz und Schaltermodus der Endschalter (Schießer / Öffner),
- Existenz einer elektromechanischen Bremse,
- Typ und Schnittstelle,
- Motortyp,
- Maximaler Dauerstrom,
- Maximaler Spitzenstrom,
- Schaltwiderstand des Temperaturfühlers,
- Sicherheitseinstellungen,
- Parametrieren der Fehlerreaktionen: Auslösen der Endschalter, Abschalten, Überstrom, Übergeschwindigkeit und Nothalt,
- Magnetische Ausrichtung,
- Kommutierungsfindung,
- Parameter für den Stromregler (*current loop*),
- Parameter für den Geschwindigkeitsregler (*speed loop*),
- Parameter für den Positionsregler (*position loop*),
- Polabstand: 24mm,
- Maximale Geschwindigkeit (U/min),
- Inkrement- oder Periodenanzahl einer Rotation (die Polteilungslänge dividiert durch die Inkrementanzahl pro Polteilung).

10.2.2 Inbetriebnahme

- Prüfen Sie die Antriebselemente (Schlitten, Magnetplatte, Spuleneinheit) auf festen Sitz und korrekte Einstellung.
- Sind die mechanischen Endanschläge, Endschalter und Dämpfer ordentlich bemessen und richtig konfiguriert?
- Ist die Thermoschutzkontaktleitung angeschlossen?
- Hat die Motor-Messstab-Kombination die korrekte Polung?
- Prüfen Sie die Verdrahtung und Anschlüsse an Motor und Servoverstärker. Achten Sie auf ordnungsgemäße Erdung.
- Prüfen Sie die Funktion der Haltebremse, sofern vorhanden.
- Prüfen Sie, ob sich der Schlitten des Motors frei bewegen lässt (eventuell vorhandene Bremse vorher lüften). Achten Sie auf Schleifgeräusche.
- Prüfen Sie, ob alle erforderlichen Berührungsschutz-Maßnahmen für bewegte und spannungsführende Teile getroffen wurden.
- Führen Sie weitere für Ihre Anlage spezifische und notwendige Prüfungen durch.
- Nehmen Sie nun entsprechend der Inbetriebnahmeanweisung der Servoverstärker den Antrieb in Betrieb.
- Nehmen Sie bei Mehrachs-Systemen jede Antriebseinheit Servoverstärker/Motor(en) einzeln in Betrieb.
- Ist der Fahrweg frei von Fremdkörpern?
- Werden Leitungen korrekt geführt?

10.2.3 Optimierung der Regeleinstellungen

Die Einstellungen der Stromregelung sind maßgeblich von den Anwendungsparametern des Verstärkers und des Motors abhängig.

Die Geschwindigkeitsregelung kann, wegen der Empfindlichkeit auf Oszillationen, Rauschen und Verzögerung, ein einschränkender Faktor für die Verstärkerleistung sein. Bitte nehmen Sie sich die Zeit dafür, diese Regelung richtig einzustellen, bevor die Positionsregelung optimiert wird. Hierzu lesen Sie bitte unbedingt auch die Hinweise in den Handbüchern des verwendeten Servoverstärkers.



Hinweis

Einstellung der Regelung

Die Positionsregelung kann nur dann richtig eingestellt werden, wenn vorher die Geschwindigkeitsregelung korrekt eingestellt worden ist.

10.3 Beseitigung von Störungen

Die folgende Tabelle beschreibt mögliche Störungen und Maßnahmen zu deren Beseitigung. Abhängig von den Bedingungen in Ihrer Anlage können vielfältige Ursachen für die auftretende Störung verantwortlich sein. Beschrieben werden vorwiegend die Fehlerursachen, die den Motor direkt betreffen. Auftretende Auffälligkeiten im Regelverhalten haben meist ihre Ursache in fehlerhafter Parametrierung der Servoverstärker. Informieren Sie sich hierzu in der Dokumentation der Servoverstärker und der Inbetriebnahme-Software.

Bei Mehrachssystemen können weitere versteckte Fehlerursachen vorliegen.

Fehler	Mögliche Fehlerursachen	Maßnahmen zur Beseitigung der Fehlerursachen
Motor bewegt sich nicht	Servoverstärker nicht freigegeben	ENABLE-Signal anlegen
	Motorphasen vertauscht	Motorphasen untereinander vertauschen
	Bremse ist nicht gelöst	Bremsenansteuerung prüfen
	Antrieb ist mechanisch blockiert	Mechanik prüfen
Motor geht durch	Motorphasen vertauscht	Kommutierungsoffset prüfen
Motor schwingt	Abschirmung Feedbackleitung unterbrochen	Feedbackleitung erneuern
	Verstärkung zu groß	Motor-Default-Werte verwenden
Fehlermeldung: Endstufenfehler	Motorleitung hat einen Kurz- oder Erdschluss	Motorleitung tauschen
	Motor hat einen Kurz- oder Erdschluss	Motor tauschen
Fehlermeldung: Feedback	Stecker ist nicht richtig aufgesteckt	Steckverbindung überprüfen
	Leitung ist unterbrochen, gequetscht o.ä.	Leitungen überprüfen
	Interner Fehler	Auslesen der Fehlermeldungen
Bremswirkung nicht vorhanden	Geforderte Haltekraft	Auslegung überprüfen
	Bremse defekt	Motorbremse tauschen

11 Technische Daten

Alle Angaben beziehen sich auf ein Spulenteil mit 100°C Spulentemperatur, welches an eine Aluminiumkühlfläche montiert ist. Die Kühlfläche hat eine Temperatur von 20°C und einen thermischen Widerstand von 0,05 K / W.

11.1 Begriffsdefinitionen

Wicklungstyp

Der Wicklungstyp beschreibt den Aufbau der Wicklungen. Je nach Spuleneinheit kann es N und S Typ geben, welche sich in ihren elektrischen Werten unterscheiden. Der N-Typ (normal) stellt den Standard dar. Der S-Typ (speed) zeichnet sich durch eine höhere max. Geschwindigkeit und eine höhere Stromaufnahme aus.

Spitzenkraft F_p (N)

Die Spitzenkraft gibt die maximale Kraft des Motors an. Sie kann nicht dauerhaft erbracht werden.

Spitzenstrom (I_{pa})

Der Spitzenstrom ist der maximal zulässige Strom.

Dauerkraft wassergekühlt (F_{cw})

Die Dauerkraft wassergekühlt kann der Motor dauerhaft aufbringen, wenn die Wasserkühlung verwendet wird.

Dauerkraft luftgekühlt (F_{ca})

Die Dauerkraft luftgekühlt kann der Motor dauerhaft aufbringen, wenn die Wasserkühlung nicht verwendet wird.

Dauerverlustleistung (P_{ca})

Die Dauerverlustleistung ist die max. Verlustleistung des Motors. Sie kann zur Berechnung der Kühlsysteme verwendet werden.

Kraftkonstante (K_f)

Die Kraftkonstante gibt an, wie viel Kraft in Newton der Motor mit 1A Sinus-Effektivstrom erzeugt.

Polpaarabstand

Der Polpaarabstand ist die Periode, in welcher sich das Magnetfeld (Nord / Süd) der Magnetplatte wiederholt.

Magnetische Anziehungskraft (F_a)

Die magnetische Anziehungskraft wirkt zwischen Magnetplatte und Spuleneinheit auch wenn kein Strom fließt. Sie wächst mit der Größe der Motoren. Beim Erreichen des Spitzenstroms kann die magnetische Anziehungskraft um bis zu 10% steigen.

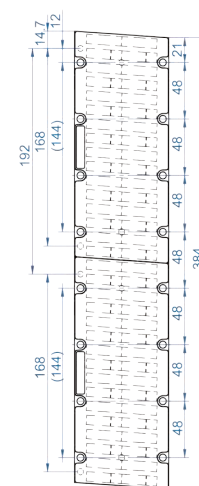
Luftspalt

Der Luftspalt ist die Distanz zwischen Magnetplatte und Spuleneinheit. Er muss eingehalten werden, um die Nenn- und Maximalwerte des Motors zu erreichen. In den Maßzeichnungen wird die Gesamteinbauhöhe über Magnetplatte und Spuleneinheit angegeben. Wird diese Höhe eingehalten, stellt sich der Luftspalt korrekt ein.

11.2 AL20xx

Technische Daten	AL2003	AL2006	AL2009	AL2012
Wicklungstyp	S	N / S	N / S	N / S
Geschwindigkeit (max.)	7 m/s	3,5 m/s (N) 7 m/s (S)	2,5 m/s (N) 7 m/s (S)	3,5 m/s (N) 7 m/s (S)
Motoraufbau	3-Phasen-Synchron-Linearmotoren (400...480 V AC)			
Spitzenkraft (F_p)	225 N	450 N	675 N	900 N
Spitzenstrom (I_{Pa})	6,5 A	6,5 A (N), 13 A (S)	6,5 A (N), 19,6 A (S)	13,1 A (N), 26,2 A (S)
Dauerkraft wassergekühlt (F_{cw})	105 N	210 N	315 N	420 N
Dauerkraft luftgekühlt (F_{ca})	75 N	200 N	300 N	400 N
Dauerstrom (I_{ca})	2,28 A	2,15 A (N), 4,3 A (S)	2,14 A (N), 6,45 A (S)	4,3 A (N), 8,6 A (S)
Dauerverlustleistung (P_{ca})	90 W	150 W	225 W	300 W
Kraftkonstante (K_f)	46 N/A	93 N/A (N), 46 N/A (S)	140 N/A (N), 46 N/A (S)	93 N/A (N), 46 N/A (S)
Motorkonstante (K_m)	185 N ² /W	380 N ² /W	570 N ² /W	760 N ² /W
Polpaarabstand	24 mm			
Wicklungswiderstand-Ph-Ph (R_f)	7,8 Ω	14,4 Ω (N), 3,6 Ω (S)	21,6 Ω (N), 2,42 Ω (S)	7,2 Ω (N), 1,8 Ω (S)
Wicklungsinduktivität-Ph-Ph (L_f)	60 mH	108 mH (N), 28 mH (S)	162 mH (N), 18 mH (S)	54 mH (N), 14 mH (S)
Gegen EMK Ph-Ph	26,87 V/m/s (S)	53,74 V/m/s (N) 26,87 V/m/s (S)	80,67 V/m/s (N) 26,87 V/m/s (S)	53,74 V/m/s (N) 26,87 V/m/s (S)
Thermischer Widerstand (R_{th})	0,96 °C/W	0,48 °C/W	0,32 °C/W	0,24 °C/W
Magnetische Anziehungskraft (F_a)	500 N	950 N	1325 N	1700 N
Gewicht Spuleneinheit (M_p)	0,9 kg	1,5 kg	2,0 kg	2,6 kg
Gewicht Magnetplatte (M_s)	3,8 kg/m			
Luftspalt	0,5 mm			
Temperatursensor	PTC 1 k Ω & KTY83-122			
Passender Servoverstärker	AX5x03	AX5x03 (N), AX5x06 (S)	AX5x03 (N), AX5112 (S)	AX5x06 (N), AX5112 (S)
Leitungslänge unkonfektioniert	1 m			
Leitungslänge konfektioniert	0,5 m			
Minimaler Biegeradius statisch	4 x Leitungsdurchmesser			
Motorleitung Außendurchmesser	9,60 mm			
Motorleitung Aderquerschnitt	4,1 mm ²			
Temperatursensorleitung Außendurchmesser	4,3 mm			
Temperatursensorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,14 mm ²			

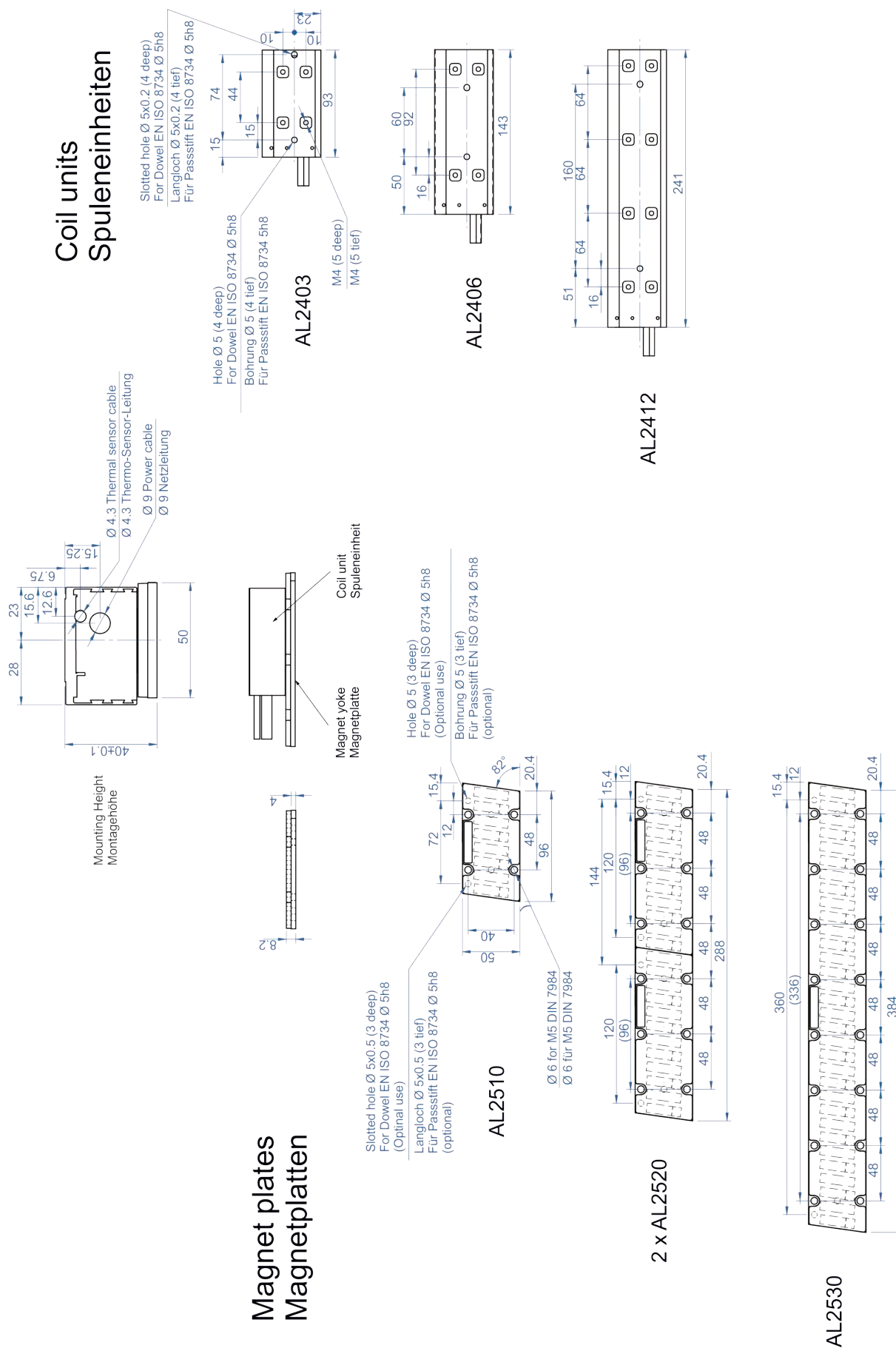
Technische Daten	AL2015	AL2018	AL2024
Wicklungstyp	N / S	N / S	N / S
Geschwindigkeit (max.)	3,5 m/s (N) 7 m/s (S)	3,5 m/s (N) 7 m/s (S)	3,5 m/s (N) 7 m/s (S)
Motoraufbau	3-Phasen-Synchron-Linearmotoren (400...480 V AC)		
Spitzenkraft (F_P)	1125 N	1350 N	1800 N
Spitzenstrom (I_{Pa})	13,5 A (N), 32,7 A (S)	19,6 A (N), 41 A (S)	26,2 A (N), 52 A (S)
Dauerkraft wassergekühlt (F_{cw})	525 N	630 N	840 N
Dauerkraft luftgekühlt (F_{ca})	500 N	600 N	800 N
Dauerstrom (I_{ca})	4,46 A (N), 10,75 A (S)	6,45 A (N), 13,36 A (S)	8,6 A (N), 17,2 A (S)
Dauerverlustleistung (P_{ca})	375 W	450 W	600 W
Kraftkonstante (K_f)	112 N/A (N), 46 N/A (S)	93 N/A (N), 44,9 N/A (S)	93 N/A (N), 46 N/A (S)
Motorkonstante (K_m)	950 N ² /W	1140 N ² /W	1520 N ² /W
Polpaarabstand	24 mm		
Wicklungswiderstand-Ph-Ph (R_f)	8,6 Ω (N), 1,44 Ω (S)	4,82 Ω (N), 1,18 Ω (S)	3,62 Ω (N), 0,92 Ω (S)
Wicklungsinduktivität-Ph-Ph (L_f)	64 mH (N), 10,8 mH (S)	36 mH (N), 8,8 mH (S)	28 mH (N), 6,8 mH (S)
Gegen EMK Ph-Ph	65,05 V/m/s (N) 26,87 V/m/s (S)		
Thermischer Widerstand (R_{th})	0,20 °C/W	0,16 °C/W	0,12 °C/W
Magnetische Anziehungskraft (F_a)	2075 N	2450 N	3400 N
Gewicht Spuleneinheit (M_p)	3,2 kg	3,8 kg	5,2 kg
Gewicht Magnetplatte (M_s)	3,8 kg/m		
Luftspalt	0,5 mm		
Temperatursensor	PTC 1 k Ω & KTY83-122		
Passender Servoverstärker	AX5x06 (N), AX5112 (S)	AX5112 (N), AX5118 (S)	AX5112 (N), AX5118 (S)
Leitungslänge unkonfektioniert	0,5 m		
Leitungslänge konfektioniert	1 m		
Minimaler Biegeradius statisch	4 x Leitungsdurchmesser		
Motorleitung Außendurchmesser	9,60 mm		11,90 mm
Motorleitung Aderquerschnitt	4,10 mm ²		4,25 mm ²
Temperatursensorleitung Außendurchmesser	4,30 mm		
Temperatursensorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,14 mm ²		



11.3 AL24xx

Technische Daten	AL2403	AL2406	AL2412
Wicklungstyp	S	S	S
Geschwindigkeit (max.)	12 m/s	12 m/s	12 m/s
Motoraufbau	3-Phasen-Synchron-Linearmotoren (400...480 V AC)		
Spitzenkraft (F_p)	120 N	240 N	480 N
Spitzenstrom (I_{pa})	4,1 A	8,2 A	16,4 A
Dauerkraft luftgekühlt (F_{ca})	60 N	120 N	240 N
Dauerstrom (I_{ca})	1,54 A	3,08 A	6,15 A
Dauerverlustleistung (P_{ca})	49 W	99 W	197 W
Kraftkonstante (K_f)	39 N/A		
Motorkonstante (K_m)	95 N ² /W	190 N ² /W	380 N ² /W
Polpaarabstand	24 mm		
Wicklungswiderstand Ph-Ph (R_f)	10,8 Ω	5,4 Ω	2,7 Ω
Wicklungsinduktivität Ph-Ph (L_f)	70 mH	34 mH	18 mH
Gegen EMK Ph-Ph	22,63 V/m/s		
Thermischer Widerstand (R_{th})	1,5 °C/W	0,75 °C/W	0,38 °C/W
Magnetische Anziehungskraft (F_a)	300 N	500 N	900 N
Gewicht Spuleneinheit (M_p)	0,6 kg	0,9 kg	1,6 kg
Gewicht Magnetplatte (M_s)	2,1 kg/m		
Luftspalt	0,5 mm		
Temperatursensor	PTC 1 k Ω / KTY83-122		
Passender Servoverstärker	AX5x03	AX5x03 AX5x06	AX5x06/AX5112
Leitungslänge unkonfektioniert	3 m		
Leitungslänge konfektioniert	0,5 m		
Minimaler Biegeradius statisch	4 x Leitungsdurchmesser		
Minimaler Biegeradius dynamisch	10 x Leitungsdurchmesser		
Motorleitung Außendurchmesser	9 mm		
Motorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,5 mm ²		
Temperatursensorleitung Außendurchmesser	4,3 mm		
Temperatursensorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,14 mm ²		

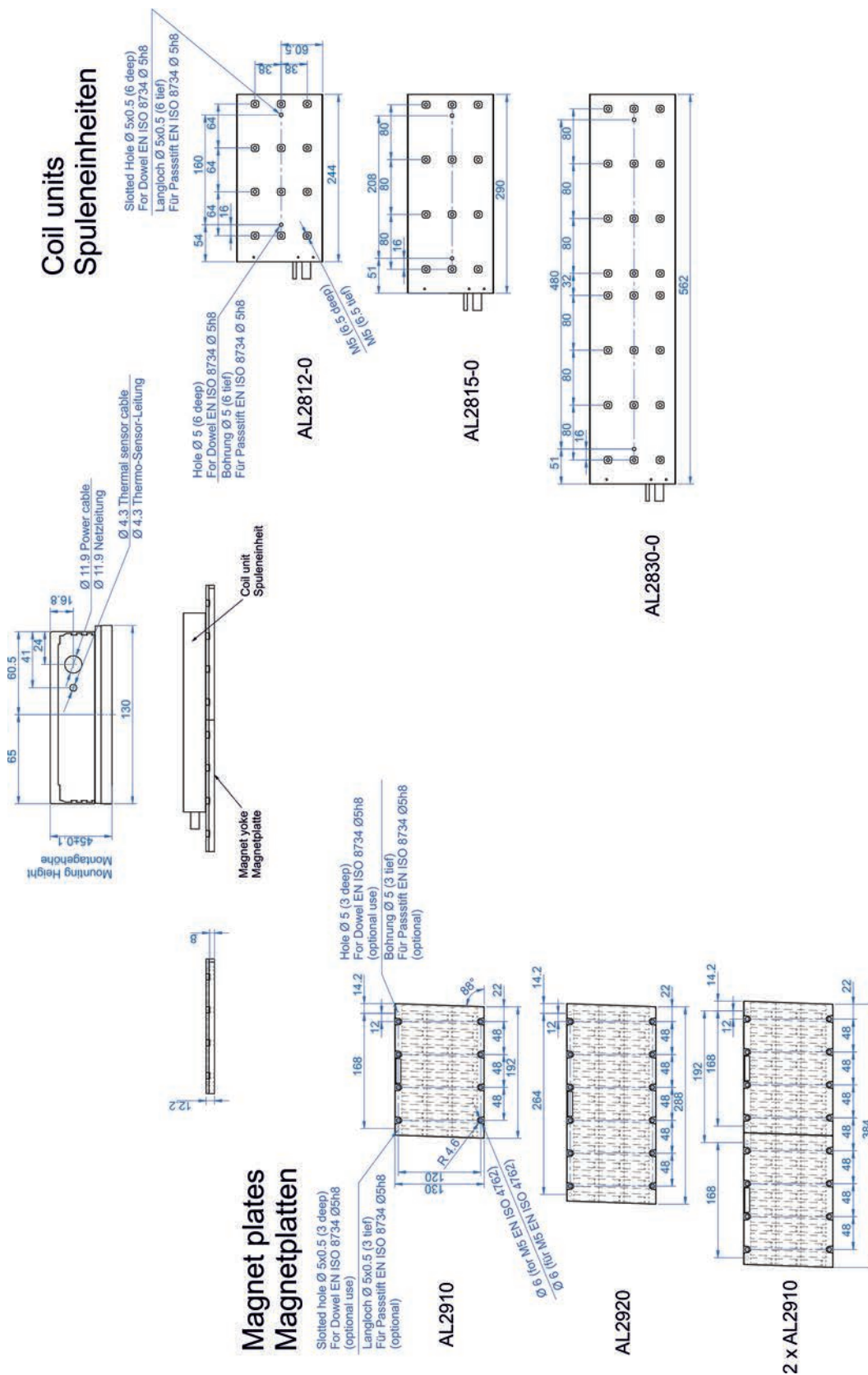
11.3.1 Maßzeichnung AL24xx und AL25xx



11.4 AL28xx-0 luftgekühlt

Technische Daten	AL2812-000x	AL2815-000x	AL2830-000x
Wicklungstyp	N / S	N / S	N / S
Geschwindigkeit (max.)	3 m/s (N) 6 m/s (S)	2,5 m/s (N) 6 m/s (S)	2,5 m/s (N) 6 m/s (S)
Motoraufbau	3-Phasen-Synchron Linearmotoren (400...480 V AC)		
Spitzenkraft (F_p)	1800 N	2250 N	4500 N
Spitzenstrom (I_{Pa})	13 A (N), 26 A (S)	13,5 A (N), 33 A (S)	27 A (N), 66 A (S)
Dauerkraft (F_{ca})	760 N	950 N	1900 N
Dauerstrom (I_{ca})	4,1 A (N), 8,2 A (S)	4,2 A (N), 10,2 A (S)	8,5 A (N), 20 A (S)
Dauerverlustleistung (P_{ca})	430 W	530 W	1060 W
Kraftkonstante (K_f)	186 N/A (N), 93 N/A (S)	225 N/A (N), 93 N/A (S)	225 N/A (N), 93 N/A (S)
Motorkonstante (K_m)	1750 N ² /W	2150 N ² /W	4300 N ² /W
Polpaarabstand	24 mm		
Wicklungswiderstand-Ph-Ph (R_f)	12,6 Ω (N), 3,2 Ω (S)	15,2 Ω (N), 2,6 Ω (S)	7,6 Ω (N), 1,3 Ω (S)
Wicklungsinduktivität-Ph-Ph (L_f)	102 mH (N), 26 mH (S)	120 mH (N), 20 mH (S)	60 mH (N), 10 mH (S)
Gegen EMK Ph-Ph	107,48 V/m/s (N) 53,74 V/m/s (S)	129,40 V/m/s (N) 53,74 V/m/s (S)	129,40 V/m/s (N) 53,74 V/m/s (S)
Thermischer Widerstand (R_{th})	0,16 °C/W	0,13 °C/W	0,065 °C/W
Magnetische Anziehungskraft (F_a)	3400 N	4150 N	8300 N
Gewicht Spuleneinheit (M_p)	4,9 kg	5,9 kg	11,6 kg
Gewicht Magnetplatte (M_s)	10,5 kg/m		
Luftspalt	0,5 mm		
Temperatursensor	PTC 1 k Ω & KTY83-122		
Passender Servoverstärker	AX5x06 (N), AX5112 (S)	AX5x06 (N), AX5118 (S)	AX5112 (N), AX5125 (S)
Leitungslänge unkonfektioniert	1 m		
Leitungslänge konfektioniert	0,5 m		-
Minimaler Biegeradius statisch	4 x Leitungsdurchmesser		
Motorleitung Außendurchmesser	11,9 mm		
Motorleitung Aderquerschnitt	4 x 2,5 mm ²		
Temperatursensorleitung Außendurchmesser	4,3 mm		
Temperatursensorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,14 mm ²		

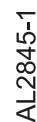
11.4.1 Maßzeichnung AL28xx-0 luftgekühlt und AL29xx



11.5 AL28xx-1 wassergekühlt

Technische Daten	AL2818-100x	AL2830-100x	AL2845-100x
Wicklungstyp	N / S	N / S	N / S
Geschwindigkeit (max.)	3 m/s (N) 6 m/s (S)	2,5 m/s (N) 6 m/s (S)	2,5 m/s (N) 6 m/s (S)
Motoraufbau	3-Phasen-Synchron Linearmotoren (400...480 V AC)		
Spitzenkraft (F_p)	2700 N	4500 N	6750 N
Spitzenstrom (I_{pa})	19,6 A (N) 41 A (S)	27 A (N), 65 A (S)	41 A (N), 98 A (S)
Dauerkraft wassergekühlt (F_{cw})	1200 N	2000 N	3000 N
Dauerkraft luftgekühlt (F_{ca})	1140 N	1900 N	2850 N
Dauerstrom wassergekühlt (I_{cw})	6,5 A (N) 13,4 A (S)	8,9 A (N), 21,5 A (S)	13,4 A (N), 32,3 A (S)
Dauerstrom luftgekühlt (I_{ca})	6,1 A (N) 12,7 A (S)	8,5 A (N), 20 A (S)	12,5 A (N), 31 A (S)
Dauerverlustleistung (P_{ca})	726 W	1209 W	1804 W
Kraftkonstante (K_f)	186 N/A (N) 90 N/A (S)	225 N/A (N), 93 N/A (S)	225 N/A (N), 93 N/A (S)
Motorkonstante (K_m)	2580 N ² /W	4300 N ² /W	6450 N ² /W
Polpaarabstand	24 mm		
Wicklungswiderstand Ph-Ph (R_f)	8,8 Ω (N) 2,0 Ω (S)	7,8 Ω (N), 1,32 Ω (S)	5,2 Ω (N), 0,88 Ω (S)
Wicklungsinduktivität Ph-Ph (L_f)	70 mH (N) 16 mH (S)	62 mH (N), 10 mH (S)	42 mH (N), 6 mH (S)
Gegen EMK Ph-Ph	107,48 V/m/s (N) 53,74 V/m/s (S)	129,40 V/m/s (N) 53,74 V/m/s (S)	
Thermischer Widerstand (R_{th})	0,10 °C/W	0,065 °C/W	0,04 °C/W
Magnetische Anziehungskraft (F_a)	4900 N	8300 N	12450 N
Gewicht Spuleneinheit (M_p)	7,3 kg	12,3 kg	18,2 kg
Gewicht Magnetplatte (M_s)	10,5 kg/m		
Luftspalt	0,5 mm		
Temperatursensor	PTC 1 k Ω & KTY83-122		
Passender Servoverstärker	AX5112 (N) AX5118 (S)	AX5112 (N), AX5125 (S)	AX5118 (N), AX5140 (S)
Leitungslänge unkonfektioniert	1 m		
Leitungslänge konfektionier	-		
Minimaler Biegeradius statisch	4 x Leitungsdurchmesser		
Motorleitung Außendurchmesser	11,9 mm (N) 11,9 mm (S)	11,9 mm (N) 16,9 mm (S)	16,9 mm (N) 16,9 mm (S)
Motorleitung Aderquerschnitt	4 x 2,5 mm ² (N) 4 x 2,5 mm ² (S)	4 x 2,5 mm ² (N) 4 x 6 mm ² (S)	4 x 6 mm ² (N) 4 x 6 mm ² (S)
Temperatursensorleitung Außendurchmesser	4,3 mm		
Temperatursensorleitung Aderquerschnitt	4 x 0,14 mm ²		

Coil units
Spuleneinheiten



11.6 Berechnung des Bremswiderstandes

Während des Bremsvorgangs der Linearachse wird Energie in den Servoverstärker zurück gespeist. Bei der Auslegung muss die regenerative Leistung berechnet werden, um ggf. einen Bremswiderstand zu wählen.

Hierzu muss die Spitzen- und die Dauerleistung berechnet werden.

$$P_{\max} = 0,9 \cdot (M \cdot V^2) / (2 t_b)$$

$$P_{\text{nenn}} = P_{\max} \cdot t_b / t_z$$

$P_{\max}$ = maximale Leistung des Bremswiderstandes in Watt (W)

P_{nenn} = Dauerleistung des Bremswiderstandes in Watt (W)

M = bewegte Masse (Schlitten + Last) in kg

V = Schlittengeschwindigkeit in m/s

t_b = Bremszeit in s

t_z = Zykluszeit in s

12 Support und Service

Beckhoff und seine weltweiten Partnerfirmen bieten einen umfassenden Support und Service, der eine schnelle und kompetente Unterstützung bei allen Fragen zu Beckhoff Produkten und Systemlösungen zur Verfügung stellt.

Beckhoff Support

Der Support bietet Ihnen einen umfangreichen technischen Support, der Sie nicht nur bei dem Einsatz einzelner Beckhoff Produkte, sondern auch bei weiteren umfassenden Dienstleistungen unterstützt:

- Support
- Planung, Programmierung und Inbetriebnahme komplexer Automatisierungssysteme
- umfangreiches Schulungsprogramm für Beckhoff Systemkomponenten

Hotline:	+49(0)5246/963-157
Fax:	+49(0)5246/963-9157
E-Mail:	support@beckhoff.com

Beckhoff Service

Das Beckhoff Service-Center unterstützt Sie rund um den After-Sales-Service:

- Vor-Ort-Service
- Reparaturservice
- Ersatzteilservice
- Hotline-Service

Hotline:	+49(0)5246/963-460
Fax:	+49(0)5246/963-479
E-Mail:	service@beckhoff.com

Weitere Support- und Serviceadressen finden Sie auf unseren Internetseiten unter <http://www.beckhoff.de>.

Beckhoff Firmenzentrale

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG

Hülshorstweg 20
33415 Verl
Deutschland

Telefon:	+49(0)5246/963-0
Fax:	+49(0)5246/963-198
E-Mail:	info@beckhoff.com

Die Adressen der weltweiten Beckhoff Niederlassungen und Vertretungen entnehmen Sie bitte unseren Internetseiten:

<http://www.beckhoff.de>

Dort finden Sie auch weitere Dokumentationen zu Beckhoff Komponenten.