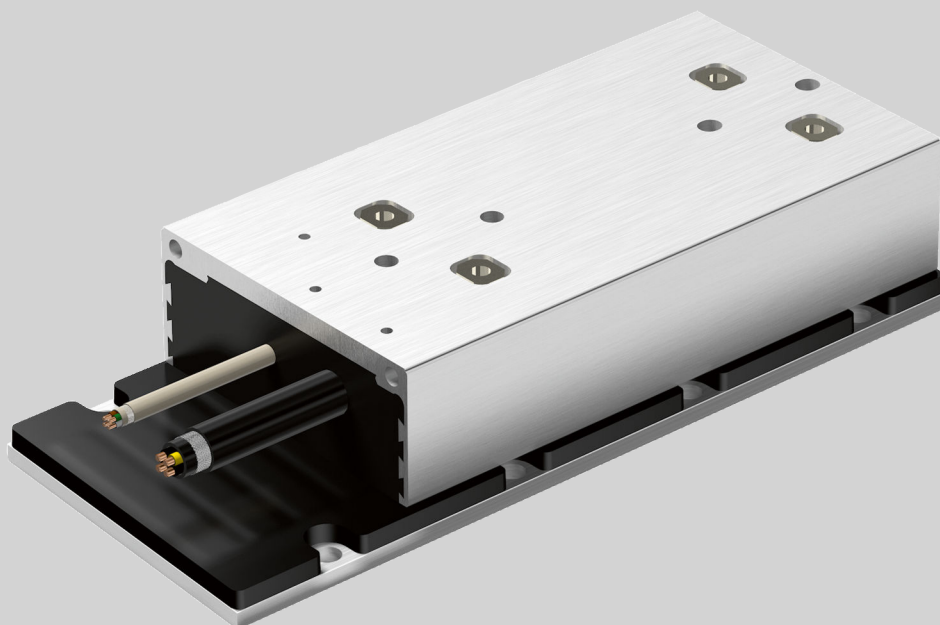


ML3

Selbstgekühlte Linearmotoren

Projektierungsanleitung
R911389761

Ausgabe 02



Titel	ML3 Selbstgekühlte Linearmotoren
Art der Dokumentation	Projektierungsanleitung
Dokumentations-Type	DOK-MOTOR*-ML3*****-PR02-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-2f66506f7f840b61c0a802867d8e360d-2-de-DE-10
Zweck der Dokumentation	Diese Dokumentation • erklärt die Produkteigenschaften, Anwendungsmöglichkeiten, Einsatzbedingungen und Betriebsgrenzen der Motoren. • enthält Technische Daten der lieferbaren Motoren. • gibt Hinweise zur Produktauswahl, Handhabung und Betrieb.
Änderungsverlauf	Ausgabe 02, 2021-10 Siehe Tab. 1-1 "Änderungsverlauf" auf Seite 4
Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2021 Alle Rechte vorbehalten, auch bzgl. jeder Verfügung, Verwertung, Reproduktion, Bearbeitung, Weitergabe sowie für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.
Verbindlichkeit	Die angegebenen Daten dienen allein der Produktbeschreibung und sind nicht als zugesicherte Eigenschaften im Rechtssinne zu verstehen. Änderungen im Inhalt der Dokumentation und Liefermöglichkeiten der Produkte sind vorbehalten.
Herausgeber	Bosch Rexroth AG Abt. DC-AE/EPI5 (fs) Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2 97816 Lohr, Deutschland Tel. +49 93 52 18 0 / Fax +49 93 52 18 8400 http://www.boschrexroth.com/electrics
Hinweis	Diese Dokumentation ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Selbstgekühlte Linearmotoren ML3.....	1
1.1 Anwendungsbereiche.....	1
1.2 Grundmerkmale.....	2
1.3 Aufbau.....	2
1.4 Leistungsspektrum.....	3
1.5 Über diese Dokumentation.....	4
1.5.1 Ausgaben dieser Dokumentation.....	4
1.5.2 Dokumentstruktur.....	4
1.5.3 Darstellung von Informationen.....	4
1.5.4 Weiterführende Dokumentation.....	6
1.5.5 Normen.....	6
1.5.6 Zusatzkomponenten.....	6
1.5.7 Ihr Feedback.....	6
2 Wichtige Gebrauchshinweise.....	7
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	7
2.1.1 Einführung.....	7
2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche.....	7
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	8
3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen.....	9
3.1 Begriffsdefinitionen.....	9
3.2 Grundsätzliche Hinweise.....	10
3.2.1 Benutzung und Weitergabe der Sicherheitshinweise.....	10
3.2.2 Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch.....	10
3.2.3 Gefahren durch falschen Gebrauch.....	12
3.3 Gefahrenbezogene Hinweise.....	12
3.3.1 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile und von Gehäusen.....	12
3.3.2 Schutzkleinspannung als Schutz gegen elektrischen Schlag	13
3.3.3 Schutz vor gefährlichen Bewegungen.....	14
3.3.4 Schutz vor elektromagnetischen und magnetischen Feldern bei Betrieb und Montage.....	15
3.3.5 Schutz gegen Berühren heißer Teile.....	16
3.3.6 Schutz bei Handhabung und Montage.....	16
3.3.7 Schutz beim Umgang mit Batterien.....	16
3.3.8 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen.....	17
3.4 Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik.....	17
4 Technische Daten.....	19
4.1 Erläuterungen zu den technischen Daten.....	19
4.1.1 Einleitung.....	19
4.1.2 Betriebsverhalten.....	19
4.1.3 IndraSize.....	22
4.1.4 Kenngrößen.....	22

	Seite
4.2	Allgemeine technische Daten..... 24
4.3	Baugröße 03..... 25
4.3.1	Primärteil ML3P03 - Baulänge A / B..... 25
4.3.2	Primärteil ML3P03 - Baulänge D / F..... 26
4.3.3	Sekundärteil ML3S03..... 26
4.3.4	Kennlinien ML3P03..... 27
4.4	Baugröße 06..... 31
4.4.1	Primärteil ML3P06 - Baulänge B / C / D..... 31
4.4.2	Primärteil ML3P06 - Baulänge E / F / H..... 32
4.4.3	Sekundärteil ML3S06..... 32
4.4.4	Kennlinien ML3P06..... 33
4.5	Baugröße 11..... 39
4.5.1	Primärteil ML3P11 - Baulänge D / E..... 39
4.5.2	Primärteil ML3P11 - Baulänge F / H / L..... 40
4.5.3	Sekundärteil ML3S11..... 40
4.5.4	Kennlinien ML3P11..... 41
5	Maßblätter..... 45
5.1	Maßangaben..... 45
5.1.1	Allgemeine Hinweise..... 45
5.1.2	Luftspalt und Einbauhöhe..... 45
5.1.3	Einbaumaße und Toleranzen..... 46
5.1.4	Parallelität und Symmetrie von Maschinenteilen..... 46
5.2	Baugröße 03..... 48
5.3	Baugröße 06..... 51
5.4	Baugröße 11..... 55
5.5	Analoge Halleinheit (Option)..... 58
5.6	Digitale Halleinheit (Option)..... 59
6	Produktinformation..... 61
6.1	Typenschlüssel..... 61
6.1.1	Allgemeines..... 61
6.1.2	Typenschlüssel Primärteil ML3P..... 62
6.1.3	Typenschlüssel Sekundärteil ML3S..... 63
6.1.4	ML3P03..... 64
6.1.5	ML3S03..... 65
6.1.6	ML3P06..... 66
6.1.7	ML3S06..... 67
6.1.8	ML3P11..... 68
6.1.9	ML3S11..... 69
6.2	Produktkennzeichnung..... 70
6.2.1	Typenschild ML3..... 70
7	Zubehör und Optionen..... 71
7.1	Halleinheit..... 71

	Seite
7.1.1	Allgemeines..... 71
7.1.2	Funktionsprinzip..... 71
7.1.3	Analoge Halleinheit..... 71
7.1.4	Digitale Halleinheit..... 72
7.1.5	Bestellbezeichnungen..... 73
7.2	SHL03.1 Adapterbox für digitale Halleinheit..... 73
7.2.1	Allgemeines Funktionsprinzip..... 73
7.2.2	Bestellbezeichnung..... 73
7.3	Abdeckblech für Sekundärteil..... 73
7.4	Hinweisschild Magnetfelder..... 75
8	Anschluss technik..... 77
8.1	Hinweise..... 77
8.2	Anschlusskabel am Primärteil..... 77
8.3	Elektrischer Anschluss..... 80
8.3.1	Anschluss mit Stecker und Kabel von Rexroth..... 80
8.3.2	Anschluss mit Stecker und Kabel von Fremdherstellern..... 82
8.3.3	Anschluss über Klemmenkasten..... 82
8.3.4	Verlegung der Anschlusskabel..... 83
8.4	Anschlussbezeichnungen am Rexroth-Regelgerät..... 87
8.5	Elektrischer Anschluss Halleinheit (Optional)..... 88
8.5.1	Anschlusskabel Halleinheiten..... 88
8.5.2	Konfektionierung des Halleinheit-Anschlusskabels..... 89
8.5.3	Anschluss digitale Halleinheit..... 90
8.5.4	Anschluss analoge Halleinheit..... 91
8.6	Längenmesssystem..... 91
9	Applikations- und Konstruktionshinweise..... 93
9.1	Funktionsprinzip..... 93
9.2	Motorausführungen..... 93
9.2.1	Ausführung Primärteil..... 93
9.2.2	Ausführung Sekundärteil..... 94
9.2.3	Baugrößen und Baulängen..... 94
9.3	Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen..... 96
9.4	Umweltbedingungen..... 96
9.5	Schutzart..... 97
9.6	Abnahmen und Zulassungen..... 97
9.6.1	CE..... 97
9.6.2	CSA..... 97
9.6.3	RoHS..... 98
9.6.4	China RoHS 2..... 98
9.7	Magnetfelder..... 98
9.8	Geräuschemission..... 100
9.9	Thermisches Verhalten..... 100
9.10	Motortemperaturüberwachung..... 102

	Seite
9.11	Vorschubkräfte bei reduzierter Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil 104
9.12	Luftspaltabhängige Vorschubkraft..... 106
9.13	Anforderungen an die Maschinenkonstruktion..... 107
9.13.1	Allgemeines..... 107
9.13.2	Massenreduzierung..... 107
9.13.3	Mechanische Steifigkeit..... 107
9.13.4	Schutz des Motoreinbauraumes..... 108
9.14	Anordnung der Motorkomponenten..... 109
9.14.1	Einzelanordnung..... 109
9.14.2	Mehrere Motoren pro Achse..... 109
9.14.3	Anordnung der Sekundärteile..... 118
9.14.4	Vertikale Achsen..... 118
9.15	Längenmesssysteme..... 118
9.15.1	Allgemeines..... 118
9.15.2	Auswahlkriterien Längenmesssystem 119
9.16	Linearführungssysteme..... 122
9.17	Bremssysteme und Haltevorrichtungen..... 122
9.18	Endlagendämpfer 123
9.19	Achsabdecksysteme..... 123
9.20	Steuern und Regeln der Motoren..... 124
9.20.1	Allgemeines..... 124
9.20.2	Antriebsregelgeräte..... 124
9.20.3	Steuerungssysteme..... 124
9.21	Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall 125
9.21.1	Allgemeines..... 125
9.21.2	Stillsetzen durch den Antrieb..... 125
9.21.3	Stillsetzen durch eine übergeordnete Steuerung..... 126
9.21.4	Stillsetzen über mechanische Bremseinrichtungen..... 126
9.21.5	Verhalten bei Netzausfall 127
9.21.6	Zwischenkreiskurzschluss..... 128
9.22	Lage- und Geschwindigkeitsauflösung..... 128
9.22.1	Antriebsinterne Positionsauflösung und Positioniergenauigkeit 128
9.22.2	Geschwindigkeitsauflösung..... 129
9.23	Motordimensionierung..... 129
9.23.1	IndraSize..... 129
9.24	Thermische Anbindung - Anbauarten..... 130
9.25	Betrieb bei oder nahe Stillstand des Motors..... 132
10	Handhabung, Transport und Lagerung..... 133
10.1	Identifikation der Motorkomponenten..... 133
10.1.1	Primärteil..... 133
10.1.2	Sekundärteil..... 133
10.2	Auslieferungszustand und Verpackung..... 134
10.2.1	Primärteile..... 134
10.2.2	Sekundärteile..... 134
10.3	Prüfungen der Motorkomponenten..... 134

	Seite
10.3.1 Werkseitige Prüfung der Motorkomponenten	134
10.4 Transport und Lagerung.....	135
10.4.1 Hinweise zum Transport.....	135
10.4.2 Hinweise zur Lagerung.....	136
11 Montage.....	139
11.1 Allgemeine Hinweise.....	139
11.2 Mechanischer Einbau.....	139
11.2.1 Luftspalt, Parallelität und Symmetrie der Motorkomponenten.....	139
11.3 Montage des Primärteils.....	142
11.4 Montage der Sekundärteilsegmente.....	144
11.5 Montage eines Abdeckblechs (Option).....	148
11.5.1 Hinweise.....	148
11.5.2 Montagedurchführung.....	148
11.6 Montage Halleinheit (Option).....	151
11.6.1 Analoge Halleinheit.....	151
11.6.2 Digitale Halleinheit.....	151
11.7 Elektrischer Anschluss	153
12 Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung.....	155
12.1 Allgemeine Informationen zur Inbetriebnahme der ML3-Motoren.....	155
12.2 Grundlegende Voraussetzungen	155
12.2.1 Allgemeines.....	155
12.2.2 Überprüfung aller elektrischen und mechanischen Komponenten.....	156
12.2.3 Hilfsmittel.....	156
12.3 Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf.....	156
12.4 Parametrierung.....	158
12.4.1 Allgemeines.....	158
12.4.2 Eingabe Motorparameter.....	158
12.4.3 Motorparameter bei Parallelanordnung.....	158
12.4.4 Eingabe Parameter Längenmesssystem.....	159
12.4.5 Eingabe Antriebsbegrenzungen und anwendungsabhängiger Parameter.....	159
12.5 Ermittlung der Polarität des Längenmesssystems.....	160
12.6 Kommutierungseinstellung.....	161
12.6.1 Allgemeines.....	161
12.6.2 Sättigungsverfahren (Vorzugsverfahren zur Kommutierung von Synchron-Linearmotoren).....	163
12.6.3 Sinusverfahren.....	163
12.6.4 Hallsensorverfahren.....	163
12.6.5 Messverfahren: Messung des Bezugs zwischen Primär- und Sekundärteil.....	171
12.7 Regelkreiseinstellung und -optimierung.....	174
12.7.1 Allgemeiner Ablauf.....	174
12.7.2 Parametrierung und Optimierung von Gantry-Achsen.....	176
12.7.3 Abschätzung der bewegten Masse anhand einer Geschwindigkeitsrampe	177
12.8 Wartung und Überprüfung der Motorkomponenten.....	179
12.8.1 Allgemeines.....	179

	Seite
12.8.2 Überprüfung der Motor- und Zusatzkomponenten	179
12.8.3 Elektrische Überprüfung der Motorkomponenten.....	179
12.9 Betrieb an Fremdregelgeräten.....	180
12.10 Umweltschutz und Entsorgung	180
12.10.1 Umweltschutz.....	180
12.10.2 Entsorgung.....	180
 13 Service und Support.....	 183
 Index.....	 185

1 Selbstgekühlte Linearmotoren ML3

1.1 Anwendungsbereiche

Stetig steigende Anforderungen an den wirtschaftlichen Nutzen elektrischer Maschinen erfordern neue Lösungsansätze, um die Anforderungen an Dynamik, Genauigkeit und Gleichlauf zu erfüllen. Diese Anforderungen können oft mit der herkömmlichen Antriebstechnik, bestehend aus einem rotativen elektrischen Motor und nachfolgenden mechanischen Übertragungselementen wie Getriebe, Riementrieb, Kugelgewindetrieb oder Zahnstange-Ritzel, nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand erfüllt werden.

Die selbstgekühlte, eisenbehafte lineare Direktantriebstechnik ML3 bietet innovative Produkteigenschaften. Durch das Anwendungsspektrum der ML3 können Massen hochdynamisch und hochpräzise bewegt und positioniert werden.

Ausgehend von den genannten Vorteilen ergeben sich typische Anwendungen zum Beispiel in den Bereichen:

- Druckmaschinen (z. B. Digitaldruck und 3D-Druck)
- Papierverarbeitungsmaschinen
- Werkzeugmaschinen (z. B. Laserschneiden/-schweißen)
- Medizintechnik (z. B. Patiententische)
- Halbleitertechnik (z. B. Transportsysteme)
- Laborautomation
- Allgemeine Automation

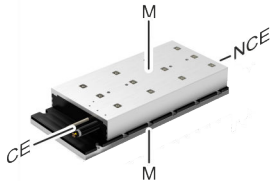
Wesentliche Vorteile selbstgeköhlter eisenbehafteer Linearmotoren sind:

- Höchste Dynamik
- Hervorragende Regel- und Gleichlaufgüte
- Geringe Rastkräfte
- Hochpräzises Positionierverhalten
- Hohe statische und dynamische Laststeifigkeit - keine mechanischen Übertragungselemente (wie z. B. Kugelrollspindel, Zahnriemen, Zahnstange o. ä.)
- Hoher Wirkungsgrad - geringe Betriebskosten
- Wartungsfreier Antrieb (keine Verschleißteile am Motor)
- Vereinfachung der Maschinenkonstruktion
- Keine zusätzliche aktive Kühlung erforderlich



Einen umfangreichen Überblick über alle Produktfamilien von Bosch Rexroth Electric Drives and Controls erhalten Sie im Online-Produktkatalog unter folgendem Link: <http://www.boschrexroth.com/indradyn>.

1.2 Grundmerkmale

Produkt	3~ PM Motor
Typ	ML3 bestehend aus ML3P und ML3S
Umgebungstemperatur im Betrieb	0 ... 40 °C
Schutzart	IP40 (IP64) (EN 60034-5)
Kühlart	IC410, Selbstkühlung (EN 60034-6)
Aufstellhöhe	0 ... 1000 m über NN (ohne Derating)
Thermische Klasse	130 (B) (EN 60034-1)
Gebersystem	Hallsensor digital (SUP-E01-D12-ML3) Hallsensor analog (SUP-E01-A12-ML3)
Elektrischer Anschluss	Zwei Anschlusskabel mit offenen Kabelenden: Leistungsanschluss: 4-adriges, geschirmtes Kabel (3x Leistung + 1x PE) Sensoranschluss: 4-adriges, geschirmtes Kabel (2x KTY, 2x PTC)
Motorseiten	 CE Cable End, Kabelabgangsseite NCE Non Cable End, Nicht-Kabelabgangsseite M Mounting face, Montagefläche

1.3 Aufbau

Selbstgekühlte eisenbehaftete Linearmotoren ML3 bestehen aus den Komponenten Primär- und Sekundärteil sowie einer optionalen Halleinheit.

Das Primärteil trägt den elektrisch aktiven Teil des Linearmotors. Das an ein Aluminiumkühlgehäuse montiertes geblechte Eisenpaket trägt die drei-phasi-ge Wicklung und ist mit einem Kunststoff vergossen. Das Kühlgehäuse dient gleichzeitig zur Montage. In der Wicklung sind zwei Temperatursensoren untergebracht. Ferner stehen eine digitale und eine analoge Halleinheit zur Verfügung.

Das Sekundärteil besteht aus einer ferromagnetischen Grundplatte auf der Permanentmagnete aufgebracht und mit Kunststoff vergossen sind. In den meisten Fällen wird die Strecke mittels aneinander gereihter Sekundärteile aufgebaut (Kurzstator-Prinzip). Das umgekehrte Prinzip ist ebenfalls möglich und kommt z. B. beim FTS (Flexible Transport System) von Bosch Rexroth zum Einsatz (Langstator-Prinzip).

Weitere Hinweise zum FTS finden Sie in der Projektierungsanleitung DOK-NY4000-HOUSING*ACC-PRxx / MNR R911337672.

Die Bezeichnungen der Komponenten ergeben sich wie folgt:

- ML3: Motor Linear 3rd Generation
- ML3P: Motor Linear 3rd Generation Primary part
- ML3S: Motor Linear 3rd Generation Secondary part

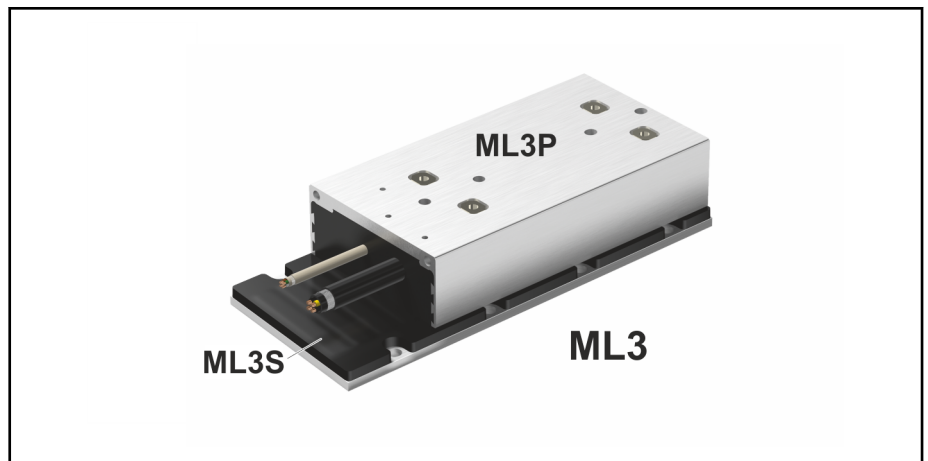


Abb. 1-1: Bildbeispiel ML3-Motor

1.4 Leistungsspektrum

Mit der selbstgekühlten eisenbehaffeten Lineardirektantriebstechnik ML3 bieten sich neue Lösungswege durch eine leistungsfähige Kombination der Motortechnik mit digitalen intelligenten Antriebsregelgeräten. Das Spektrum der ML3 Linearantriebstechnik von Bosch Rexroth ermöglicht die Realisierung von Antrieben mit Vorschubkräften von 60 N bis zu 4500 N, Beschleunigungen bis 250 m/s² und maximalen Geschwindigkeiten bis zu 900 m/min. Folgende Abbildung gibt einen Überblick über das Leistungsspektrum:

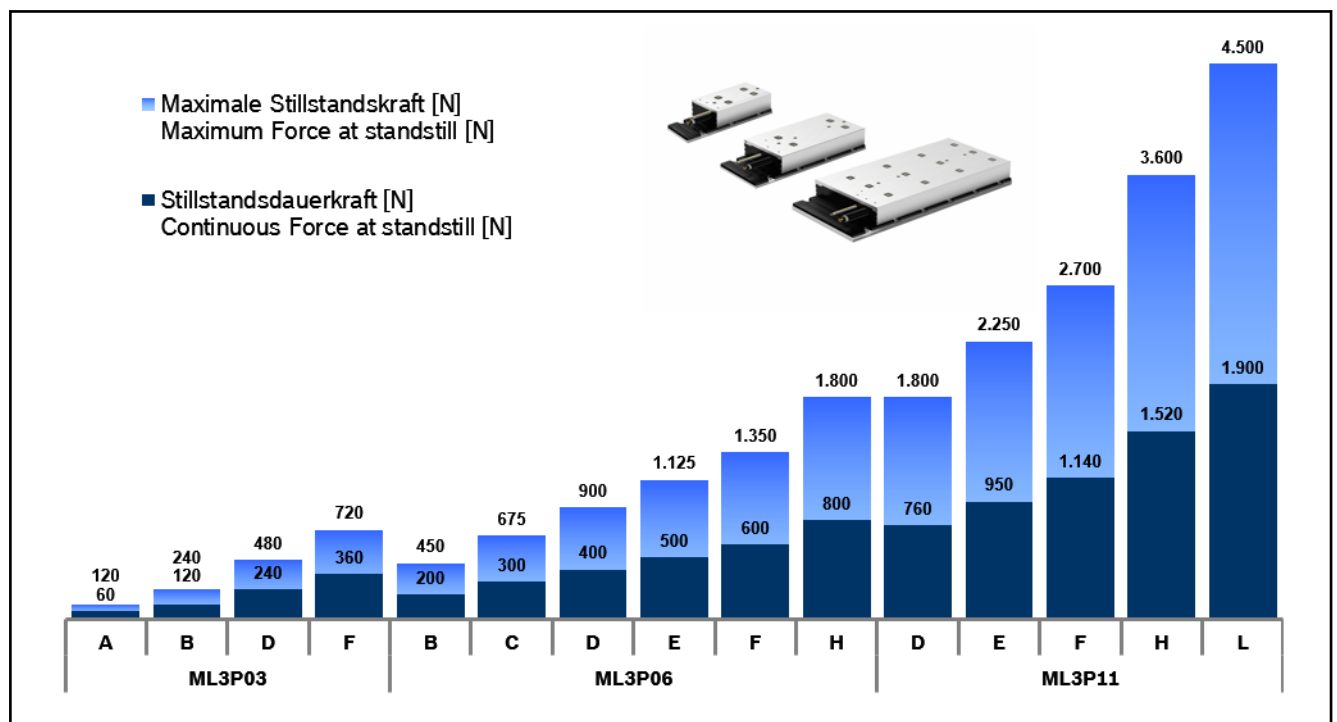


Abb. 1-2: Leistungsspektrum der Motoren

1.5 Über diese Dokumentation

1.5.1 Ausgaben dieser Dokumentation

Ausgabe	Stand	Bemerkung
02	2021-10	Aktualisierung und Ergänzung neuer Motortypen; EAC-Kennzeichnung entfernt
01	2019-04	Erstausgabe

Tab. 1-1: Änderungsverlauf

1.5.2 Dokumentstruktur

Die vorliegende Dokumentation enthält Sicherheitsvorschriften, technische Daten und Betriebsvorschriften. Nachfolgende Aufstellung gibt einen Überblick über die Inhalte dieser Dokumentation.

Kap.	Titel	Inhalt			
1	Einleitung	Produktvorstellung / Lesehinweise			
2	Wichtige Gebrauchshinweise	Wichtige Sicherheitshinweise			
3	Sicherheit				
4	Technische Daten	Produktbeschreibung	für Planer und Projektierer		
5	Maßangaben				
6	Typenschlüssel				
7	Zubehör			Praxis	für Bedien- und Wartungspersonal
8	Anschlusstechnik				
9	Applikationshinweise und Einsatzbedingungen				
10	Motor-Regelgeräte-Kombinationen				
11	Motordimensionierung				
12	Handhabung, Transport, Lagerung				
13	Installation				
14	Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung				
15	Service & Support	Zusatzinformationen			
16	Index				

Tab. 1-2: Kapitelstruktur

1.5.3 Darstellung von Informationen

Sicherheitshinweise Die Sicherheitshinweise in der vorliegenden Dokumentation beinhalten die Signalwörter (Gefahr, Warnung, Vorsicht, Hinweis) und ggf. eine Signalgrafik (nach ANSI Z535.6-2006).

Das Signalwort soll die Aufmerksamkeit auf den Sicherheitshinweis lenken und bezeichnet die Schwere der Gefährdung. Das Warndreieck mit Ausrufezeichen weist auf Gefährdungen für Personen hin.

⚠ GEFAHR

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **werden** Tod oder schwere Körpverletzung eintreten.

⚠ WARNUNG

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** Tod oder schwere Körpverletzung eintreten.

⚠ VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** mittelschwere oder leichte Körpverletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** Sachschäden eintreten.

Sicherheitszeichen

In der Dokumentation werden die folgenden international genormte Sicherheitszeichen und graphische Symbole verwendet. Die Tabelle erklärt die Bedeutung der Zeichen.

Sicherheitszeichen	Bedeutung
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung
	Warnung vor heißer Oberfläche
	Warnung vor schwebender Last
	Elektrostatisch gefährdete Bauteile
	Kein Zutritt für Personen mit Herzschrittmachern oder implantierten Defibrillatoren
	Mitführen von Metallteilen oder Uhren verboten

Tab. 1-3: Bedeutung der Sicherheitszeichen

Textauszeichnung

Zur verständlichen Darstellung der Textinformation werden die folgenden Textauszeichnungen verwendet:



Hinweis auf weiterführende Dokumentation



Dieser Hinweis gibt Ihnen wichtige Informationen, auf die Sie achten sollten.

- Auflistungen erster Ebene werden mit dem Listenkpunkt ausgezeichnet
 - Auflistungen zweiter Ebene werden mit dem "Gedankenstrich" ausgezeichnet
- 1. Handlungsanweisungen werden in nummerierten Listen angegeben. Beachten Sie die Reihenfolge der Handlungsanweisungen.

1.5.4 Weiterführende Dokumentation

Zur Projektierung von Antriebssystemen mit ML3-Motoren benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen, entsprechend der eingesetzten Geräte. Rexroth stellt die gesamte Produktdokumentation im Bosch Rexroth Medienverzeichnis als PDF zu Verfügung:

<http://www.boschrexroth.com/various/utilities/mediadirectory/index.jsp>

1.5.5 Normen

In dieser Dokumentation werden deutsche, europäische und internationale technische Normen genannt. Normschriften und Normblätter unterliegen dem Schutz des Urheberrechts und dürfen von Rexroth nicht weitergegeben werden. Wenden Sie sich bei Bedarf an die autorisierten Vertriebsstellen oder in Deutschland direkt an:

BEUTH Verlag GmbH

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin, Germany

Tel. +49-(0)30-26 01-22 60

Fax +49-(0)30-26 01-12 60

Internet: <http://www.din.de/beuth>

E-Mail: postmaster@beuth.de

1.5.6 Zusatzkomponenten

Dokumentationen für externe, mit Bosch Rexroth-Systemen verbundene Komponenten sind nicht Bestandteil des Lieferumfangs und müssen von den jeweiligen Herstellern direkt angefordert werden.

1.5.7 Ihr Feedback

Ihre Erfahrungen sind für uns ein wichtiger Bestandteil im Verbesserungsprozess für Produkt und Dokumentation.

Senden Sie Ihre Anmerkungen bitte an:

Bosch Rexroth AG

Abt. DC-AE/EPI5 (fs)

Bürgermeister-Dr.-Nebel-Straße 2

97816 Lohr am Main, Germany

E-Mail: dokusupport@boschrexroth.de

2 Wichtige Gebrauchshinweise

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

2.1.1 Einführung

Die Produkte von Bosch Rexroth werden nach dem jeweiligen Stand der Technik entwickelt und gefertigt. Vor ihrer Auslieferung werden sie auf ihren betriebssicheren Zustand hin überprüft.

Die Produkte dürfen jedoch nur bestimmungsgemäß eingesetzt werden. Werden sie nicht bestimmungsgemäß eingesetzt, können Situationen entstehen, die Sach- und Personenbeschädigung nach sich ziehen.



Für Schäden bei nicht-bestimmungsgemäßigem Gebrauch der Produkte leistet Bosch Rexroth als Hersteller keinerlei Gewährleistung, Haftung oder Schadensersatz; die Risiken bei nicht-bestimmungsgemäßigem Gebrauch der Produkte liegen allein beim Anwender.

Bevor Sie die Produkte der Firma Bosch Rexroth einsetzen, müssen die folgenden Voraussetzungen erfüllt sein, um einen bestimmungsgemäßen Gebrauch der Produkte zu gewährleisten:

- Jeder, der in irgendeiner Weise mit einem unserer Produkte umgeht, muss die entsprechenden Sicherheitsvorschriften und den bestimmungsgemäßen Gebrauch lesen und verstehen.
- Sofern es sich bei den Produkten um Hardware handelt, müssen sie in ihrem Originalzustand belassen werden; d. h. es dürfen keine baulichen Veränderungen an ihnen vorgenommen werden. Softwareprodukte dürfen nicht dekompiert werden und ihre Quellcodes dürfen nicht verändert werden.
- Beschädigte oder fehlerhafte Produkte dürfen nicht eingebaut oder in Betrieb genommen werden.
- Es muss gewährleistet sein, dass die Produkte entsprechend den in der Dokumentation genannten Vorschriften installiert sind.

2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche

Voraussetzung für bestimmungsgemäßen und sicheren Gebrauch der Motoren sind sachgerechter Transport, sachgerechte Lagerung, einwandfreie Montage und Anschluss, sowie sorgfältige Wartung, Bedienung und Instandsetzung.

Linearmotoren ML3 von Bosch Rexroth sind dazu bestimmt, als lineare Servoantriebsmotoren eingesetzt zu werden.

Die Motoren sind ausschließlich zum Einbau in Maschinen in gewerblichen und industriellen Bereichen vorgesehen. Die Motoren wurden in Übereinstimmung mit nachfolgend angegebenen EU-Richtlinien und harmonisierten Normen konstruiert und gefertigt.

Normen

EN 60034-1	Bemessung und Betriebsverhalten
EN 60034-5	Schutzart

Richtlinien

2014/35/EU	Niederspannungsrichtlinie
------------	---------------------------

Die Bewertung der elektrischen und mechanischen Sicherheit und der Umwelteinflüsse muss entsprechend der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG unter Beachtung der EN 60204-1 (Sicherheit von Maschinen) im eingebauten Zustand durch den Maschinenhersteller erfolgen.

Die elektrische Installation muss den Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie 2014/30/EU genügen. Die sachgerechte Installation (zum Beispiel: räumliche Trennung der Signal- und Leistungskabel, Verwendung geschirmter Kabel ...) liegt im Verantwortungsbereich des Anlagenbauers. Die EMV-Hinweise des Umrichterherstellers sind zu beachten.

Die Inbetriebnahme ist solange untersagt, bis die Konformität mit diesen Richtlinien festgestellt ist.

Für den applikationsspezifischen Einsatz der Motoren stehen Antriebsregelgeräte mit unterschiedlichen Leistungen, Zwischenkreisspannungen und unterschiedlichen Schnittstellen zur Verfügung. Zur Regelung und Überwachung der Motoren ist es notwendig, dass zusätzliche Sensoren, z. B. Längenmesssysteme, angeschlossen werden.



- Die Motoren dürfen nur mit den in dieser Dokumentation angegebenen Zubehör- und Anbauteilen benutzt werden. Nicht ausdrücklich genannte Komponenten dürfen weder angebaut noch angeschlossen werden. Gleiches gilt für Kabel und Leitungen.
- Der Betrieb darf nur in den ausdrücklich angegebenen Konfigurationen und Kombinationen der Komponenten und mit der in der jeweiligen Funktionsbeschreibung angegebenen und spezifizierten Soft- und Firmware erfolgen.

Jedes angeschlossene Antriebsregelgerät muss vor der Inbetriebnahme programmiert werden, damit der Motor die für die Anwendung spezifischen Funktionen ausführt.

Die Motoren dürfen nur unter den in dieser Dokumentation angegebenen Montage- und Installationsbedingungen, in der angegebenen Gebrauchslage und unter den angegebenen Umweltbedingungen (Temperatur, Schutzart, Feuchte, EMV u. a.) betrieben werden.

2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch

Die Verwendung der Motoren außerhalb der vorgenannten Anwendungsgebiete oder unter anderen als den in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbedingungen und angegebenen technischen Daten gilt als "nicht bestimmungsgemäß".

ML3-Motoren dürfen nicht eingesetzt werden wenn

- die beabsichtigten Anwendungsbereiche für die Motoren von Bosch Rexroth nicht ausdrücklich freigegeben sind.
- sie Betriebsbedingungen ausgesetzt werden, die die vorgeschriebenen Umgebungsbedingungen nicht erfüllen. Untersagt ist z. B. der Betrieb unter Wasser, unter extremen Temperaturschwankungen, unter extremen Maximaltemperaturen sowie in explosionsgefährdeten Bereichen.



ML3-Motoren sind nicht für den direkten Betrieb am Netz geeignet.

3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen

3.1 Begriffsdefinitionen

Anlage	Eine Anlage besteht aus mehreren zu einem bestimmten Zweck und an einem bestimmten Ort miteinander verbundenen Geräten oder Systemen, die jedoch nicht als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden sollen.
Elektrisches Antriebssystem	Ein elektrisches Antriebssystem umfasst alle Bestandteile von der Netzeinspeisung bis zur Motorwelle; dazu zählen z. B. Elektromotor(en), Motorgeber, Versorgungs- und Antriebsregelgeräte, sowie Hilfs- und Zusatzkomponenten, wie Netzfilter, Netzdrossel und dazugehörige Leitungen und Kabel.
Anwender	Ein Anwender ist eine Person, die ein in Verkehr gebrachtes Produkt installiert, in Betrieb nimmt oder verwendet.
Anwendungsdokumentation	Eine Anwendungsdokumentation umfasst die gesamte Dokumentation, die dazu dient, den Anwender des Produkts über den Gebrauch und sicherheitsrelevante Inhalte für Projektierung, Einbau, Installation, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Reparatur, Außerbetriebnahme des Produkts zu informieren. Folgende Begriffe sind dafür ebenfalls üblich: Betriebsanleitung, Inbetriebnahmebeschreibung, Gebrauchsanleitung, Projektierungsbeschreibung, Anwendungsbeschreibung usw.
Elektrisches Betriebsmittel	Ein elektrisches Betriebsmittel ist ein Gegenstand, der zum Erzeugen, Umwandeln, Fortleiten, Verteilen oder Anwenden von elektrischer Energie benutzt wird, wie z. B. Elektromotoren, Transformatoren, Schaltgeräte, Kabel, Leitungen, Stromverbrauchsgeräte, bestückte Leiterplatten, Einschübe, Schaltschränke usw.
Gerät	Ein Gerät ist ein Endprodukt mit einer ihm eigenen Funktion, das für Anwender bestimmt ist und als eine einzelne Handelsware in Verkehr gebracht wird.
Hersteller	Unter Hersteller ist eine natürliche oder juristische Person zu verstehen, welche die Verantwortung für die Auslegung und die Herstellung eines Produktes trägt, das in seinem Namen in den Verkehr gebracht wird. Der Hersteller kann Fertigerzeugnisse, Fertigteile oder Fertigelemente verwenden oder Arbeiten an Subunternehmer vergeben. Er muss jedoch immer die Oberaufsicht behalten und die notwendigen Befugnisse besitzen, um die Verantwortung für das Produkt übernehmen zu können.
Komponente	Eine Komponente ist eine Kombination von Bauelementen mit vorgegebener Funktion, die Teil eines Betriebsmittels, Gerätes oder Systems sind. Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems sind z. B. Versorgungsgeräte, Antriebsregelgeräte, Netzdrossel, Netzfilter, Motoren, Kabel, usw.
Maschine	Unter Maschine ist die Gesamtheit von miteinander verbundenen Teilen oder Baugruppen zu verstehen, von denen mindestens eine(s) beweglich ist. Eine Maschine besteht somit aus entsprechenden Maschinenantriebsselementen sowie Steuer- und Energiekreisen, die für eine bestimmte Anwendung zusammengefügt sind. Eine Maschine ist z. B. für die Verarbeitung, Behandlung, Fortbewegung oder Verpackung eines Materials bestimmt. Der Ausdruck "Maschine" deckt auch eine Zusammenstellung von Maschinen ab, die so angeordnet und gesteuert werden, dass sie als einheitliches Ganzes funktionieren.
Produkt	Beispiele für ein Produkt: Gerät, Komponente, Bauteil, System, Software, Firmware u. a.

Projektierungsanleitung	Eine Projektierungsbeschreibung ist Teil der Anwendungsdokumentation zur Hilfestellung bei der Auslegung und Planung von Systemen, Maschinen oder Anlagen.
Qualifiziertes Personal	Im Sinne dieser Anwendungsdokumentation umfasst das qualifizierte Personal diejenigen Personen, die mit der Installation, Montage, Inbetriebnahme und Betrieb der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems sowie den damit verbundenen Gefahren vertraut sind und über die ihre Tätigkeit entsprechende Qualifikationen verfügen. Zu derartigen Qualifikationen gehören u. a.: 1) Eine Ausbildung oder Unterweisung bzw. Berechtigung, um Stromkreise und Geräte sicher ein- und auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen. 2) Eine Ausbildung oder Unterweisung für die Pflege und den Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung 3) Eine Schulung in Erster Hilfe
Steuerungssystem	Ein Steuerungssystem umfasst mehrere miteinander verbundene Steuerungskomponenten, die als eine einzige Funktionseinheit in Verkehr gebracht werden.

3.2 Grundsätzliche Hinweise

3.2.1 Benutzung und Weitergabe der Sicherheitshinweise

Installieren und betreiben Sie keine Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems, bevor Sie alle mitgelieferten Unterlagen sorgfältig durchgelesen haben. Diese Sicherheitshinweise und alle anderen Benutzerhinweise sind vor jeder Arbeit mit diesen Komponenten durchzulesen. Sollten Ihnen keine Benutzerhinweise für die Komponenten zur Verfügung stehen, wenden Sie sich an Ihren zuständigen Vertriebspartner von Rexroth. Verlangen Sie die unverzügliche Übersendung dieser Unterlagen an den oder die Verantwortlichen für den sicheren Betrieb der Komponenten.

Bei Verkauf, Verleih und/oder anderweitiger Weitergabe der Komponente sind diese Sicherheitshinweise ebenfalls in der Landessprache des Anwenders mitzugeben.

Unsachgemäßer Umgang mit diesen Komponenten und Nichtbeachten der hier angegebenen Sicherheitshinweise sowie unsachgemäße Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung können zu Sachschäden, Körperverletzung, elektrischem Schlag oder im Extremfall zum Tod führen.

3.2.2 Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch

Lesen Sie vor der ersten Inbetriebnahme der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems folgende Hinweise, damit Sie Körperverletzungen und/oder Sachschäden vermeiden können. Sie müssen diese Sicherheitshinweise einhalten.

- Bei Schäden infolge von Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise übernimmt Rexroth keine Haftung.
- Vor der Inbetriebnahme sind die Betriebs-, Wartungs- und Sicherheitshinweise durchzulesen. Wenn die Anwendungsdokumentation in der vorliegenden Sprache nicht einwandfrei verstanden wird, bitte beim Lieferanten anfragen und diesen informieren.
- Der einwandfreie und sichere Betrieb der Komponente setzt sachgemäßen und fachgerechten Transport, Lagerung, Montage und Installation sowie sorgfältige Bedienung und Instandhaltung voraus.

- Nur qualifiziertes Personal darf an Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems oder in dessen Nähe arbeiten.
- Nur von Rexroth zugelassene Zubehör- und Ersatzteile verwenden.
- Sicherheitsvorschriften und -bestimmungen des Landes beachten, in welchem die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems betrieben werden.
- Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems nur bestimmungsgemäß verwenden. Siehe dazu Kapitel "Bestimmungsgemäßer Gebrauch".
- Die in der vorliegenden Anwendungsdokumentation angegebenen Umgebungs- und Einsatzbedingungen müssen eingehalten werden.
- Anwendungen zur funktionalen Sicherheit sind nur zugelassen, wenn sie ausdrücklich und eindeutig in der Anwendungsdokumentation "Integrierte Sicherheitstechnik" angegeben sind. Ist dies nicht der Fall, sind sie ausgeschlossen. Funktionale Sicherheit beinhaltet Teile der Gesamtsicherheit, bei der Maßnahmen zur Risikominderung zum Personenschutz von elektrischen, elektronischen oder programmierbaren Steuerungen abhängig sind.
- Die in der Anwendungsdokumentation gemachten Angaben zur Verwendung der gelieferten Komponenten stellen nur Anwendungsbeispiele und Vorschläge dar.

Der Maschinenhersteller und Anlagenerrichter muss für seine individuelle Anwendung die Eignung

- der gelieferten Komponenten und die in dieser Anwendungsdokumentation gemachten Angaben zu ihrer Verwendung selbst überprüfen,
- mit den für seine Anwendung geltenden Sicherheitsvorschriften und Normen abstimmen und die erforderlichen Maßnahmen, Änderungen, Ergänzungen durchführen.
- Die Inbetriebnahme der gelieferten Komponenten ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine oder Anlage, in der die Komponenten eingebaut sind, den länderspezifischen Bestimmungen, Sicherheitsvorschriften und Normen der Anwendung entspricht.
- Der Betrieb ist nur bei Einhaltung der nationalen EMV-Vorschriften für den vorliegenden Anwendungsfall erlaubt.
- Die Hinweise für eine EMV-gerechte Installation sind dem Abschnitt zur EMV in der zugehörigen Anwendungsdokumentation zu entnehmen.
Die Einhaltung der durch die nationalen Vorschriften geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung des Herstellers der Anlage oder Maschine.
- Die technischen Daten, die Anschluss- und Installationsbedingungen der Komponenten sind den zugehörigen Anwendungsdokumentationen zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

Länderspezifische Vorschriften, die vom Anwender zu berücksichtigen sind

- Europäische Länder: entsprechend Euronormen EN
- Vereinigte Staaten von Amerika (USA):
 - Nationale Vorschriften für Elektrik (NEC)
 - Nationale Vereinigung der Hersteller von elektrischen Anlagen (NEMA) sowie regionale Bauvorschriften
 - Vorschriften der National Fire Protection Association (NFPA)

- Kanada: Canadian Standards Association (CSA)
- Andere Länder:
 - International Organization for Standardization (ISO)
 - International Electrotechnical Commission (IEC)

3.2.3 Gefahren durch falschen Gebrauch

- Hohe elektrische Spannung und hoher Arbeitsstrom! Lebensgefahr oder schwere Körperverletzung durch elektrischen Schlag!
- Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss! Lebensgefahr oder Körperverletzung durch elektrischen Schlag!
- Gefahrbringende Bewegungen! Lebensgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden durch unbeabsichtigte Bewegungen der Motoren!
- Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung elektrischer Antriebssysteme!
- Verbrennungsgefahr durch heiße Gehäuseoberflächen!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von Batterien!
- Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

3.3 Gefahrenbezogene Hinweise

3.3.1 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile und von Gehäusen



Dieser Abschnitt betrifft Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems mit Spannungen **über 50 Volt**.

Werden Teile mit Spannungen größer 50 Volt berührt, können diese für Personen gefährlich werden und zu elektrischem Schlag führen. Beim Betrieb von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems stehen zwangsläufig bestimmte Teile dieser Komponenten unter gefährlicher Spannung.

Hohe elektrische Spannung! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag oder schwere Körperverletzung!

- Bedienung, Wartung und/oder Instandsetzung der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems darf nur durch qualifiziertes Personal erfolgen.
- Beachten Sie die allgemeinen Errichtungs- und Sicherheitsvorschriften zu Arbeiten an Starkstromanlagen.
- Stellen Sie vor dem Einschalten den festen Anschluss des Schutzleiters an allen elektrischen Komponenten entsprechend dem Anschlussplan her.

- Ein Betrieb, auch für kurzzeitige Mess- und Prüfzwecke, ist nur mit fest angeschlossenem Schutzleiter an den dafür vorgesehenen Punkten der Komponenten erlaubt.
- Trennen Sie elektrische Komponenten vom Netz oder von der Spannungsquelle, bevor Sie auf elektrische Teile mit Spannungen größer 50 V zugreifen. Sichern Sie die elektrische Komponente gegen Wiedereinschalten.
- Bei elektrischen Komponenten beachten:
Warten Sie nach dem Abschalten grundsätzlich **30 Minuten**, damit sich spannungsführende Kondensatoren entladen können, bevor Sie auf eine elektrische Komponente zugreifen. Messen Sie die elektrische Spannung von spannungsführenden Teilen vor Beginn der Arbeiten, um Gefährdungen durch Berührung auszuschließen.
- Bringen Sie vor dem Einschalten die dafür vorgesehenen Abdeckungen und Schutzvorrichtungen für den Berührungsschutz an.
- Berühren Sie elektrische Anschlussstellen der Komponenten im eingeschalteten Zustand nicht.
- Ziehen Sie Stecker nicht unter Spannung ab oder stecken Sie diese nicht unter Spannung auf.

Hohe Gehäusespannung und hoher Ableitstrom! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag!

- Erden oder verbinden Sie vor dem Einschalten und der Inbetriebnahme die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems mit dem Schutzleiter an den Erdungspunkten.
- Schließen Sie den Schutzleiter der Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems stets fest und dauerhaft an das Versorgungsnetz an.
- Stellen Sie eine Schutzleiterverbindung mit einem Mindestquerschnitt gemäß nachfolgender Tabelle her.

Querschnittsfläche A der stromführenden Leiter	Mindestquerschnittsfläche A_{PE} des Schutzleiters
$A \leq 16 \text{ mm}^2$	A
$25 \text{ mm}^2 < A \leq 50 \text{ mm}^2$	25 mm ²
$50 \text{ mm}^2 < A$	A / 2

Tab. 3-1: Mindestquerschnitt der Schutzleiterverbindung für Motoren

3.3.2 Schutzkleinspannung als Schutz gegen elektrischen Schlag

Schutzkleinspannung dient dazu, Geräte mit Basisisolierung an Kleinspannungskreise anschließen zu können.

An den Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems von Rexroth sind alle Anschlüsse und Klemmen, die Spannungen bis 50 Volt führen, in Schutzkleinspannung ("Protective Extra Low Voltage - PELV") ausgeführt. An diese Anschlüsse dürfen Geräte angeschlossen werden, die mit Basisisolierung ausgestattet sind, wie beispielsweise Programmiergeräte, PCs, Notebooks, Anzeigegeräte.

Lebensgefahr, Verletzungsgefahr durch elektrischen Schlag! Hohe elektrische Spannung durch falschen Anschluss!

Werden Kleinspannungskreise von Geräten, die auch Spannungen und Stromkreise über 50 Volt beinhalten (z. B. den Netzanschluss), an Produkten von Rexroth angeschlossen, dann müssen die angeschlossenen Kleinspannungskreise die Anforderungen für Schutzkleinspannung ("Protective Extra Low Voltage - PELV") erfüllen.

3.3.3 Schutz vor gefährlichen Bewegungen

Gefährliche Bewegungen können durch fehlerhafte Ansteuerung von angeschlossenen Motoren verursacht werden. Die Ursachen können verschiedenster Art sein:

- unsachgemäße oder fehlerhafte Verdrahtung oder Verkabelung
- Bedienungsfehler
- falsche Eingabe von Parametern vor der Inbetriebnahme
- Fehler in den Messwertgebern und Signalgebern
- defekte Komponenten
- Fehler in der Software oder in der Firmware

Diese Fehler können unmittelbar nach dem Einschalten oder nach einer unbestimmten Zeitdauer im Betrieb auftreten.

Die Überwachungen in den Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems schließen eine Fehlfunktion in den angeschlossenen Antrieben weitestgehend aus. Im Hinblick auf den Personenschutz, insbesondere auf die Gefahr von Körperverletzung und/oder Sachschaden, darf auf diesen Sachverhalt nicht allein vertraut werden. Bis zum Wirksamwerden der eingebauten Überwachungen ist auf jeden Fall mit einer fehlerhaften Antriebsbewegung zu rechnen, deren Maß von der Art der Steuerung und des Betriebszustandes abhängt.

Gefahrbringende Bewegungen! Lebensgefahr, Verletzungsgefahr, schwere Körperverletzung oder Sachschaden!

Für die Anlage oder Maschine mit ihren spezifischen Gegebenheiten, in welche die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems eingebaut werden, ist eine **Risikobeurteilung** zu erstellen.

Aus der Risikobeurteilung sind vom Anwender Überwachungen und anlagenseitig übergeordnete Maßnahmen für den Personenschutz vorzusehen. Die für die Anlage oder Maschine geltenden Sicherheitsbestimmungen sind hierbei mit einzubeziehen. Durch Ausschalten, Umgehen oder fehlendes Aktivieren von Sicherheitseinrichtungen können willkürliche Bewegungen der Maschine oder andere Fehlfunktionen auftreten.

Vermeidung von Unfällen, Körperverletzung und/oder Sachschaden:

- Halten Sie sich nicht im Bewegungsbereich der Maschine und Maschinenteilen auf. Verhindern Sie den unbeabsichtigten Zugang für Personen, z. B. durch
 - Schutzzaun
 - Schutzgitter
 - Schutzabdeckung
 - Lichtschranke
- Stellen Sie eine ausreichende Festigkeit der Schutzzäune und Schutzabdeckungen gegen die maximal mögliche Bewegungsenergie sicher.

- Ordnen Sie NOT-HALT-Schalter leicht zugänglich und schnell erreichbar an. Prüfen Sie die Funktion der NOT-HALT-Einrichtung vor der Inbetriebnahme. Unterlassen Sie den Betrieb der Maschine bei Fehlfunktion des NOT-HALT-Schalters.
- Stellen Sie sicher, dass es nicht zu einem unbeabsichtigten Anlauf kommt. Schalten Sie den Leistungsanschluss der Antriebe über Ausschalter/-taster frei oder verwenden Sie eine sichere Anlauf Sperre.
- Bringen Sie vor dem Zugriff oder Zutritt in den Gefahrenbereich die Antriebe sicher zum Stillstand.
- Sichern Sie zusätzlich vertikale Achsen gegen Herabfallen oder Absinken nach Abschalten des Motors, z. B. durch
 - mechanische Verriegelung der vertikalen Achse,
 - externe Brems-/ Fang-/ Klemmeinrichtung oder
 - ausreichenden Gewichtsausgleich der Achse.
- Die serienmäßig gelieferte **Motor-Haltebremse** oder eine externe, vom Antriebsregelgerät angesteuerte Haltebremse **alleine ist nicht für den Personenschutz geeignet!**
- Schalten Sie die Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems über den Hauptschalter spannungsfrei und sichern Sie diese gegen Wiedereinschalten bei:
 - Wartungsarbeiten und Instandsetzung
 - Reinigungsarbeiten
 - langen Betriebsunterbrechungen
- Vermeiden Sie den Betrieb von Hochfrequenz-, Fernsteuer- und Funkgeräten in der Nähe von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems und deren Zuleitungen. Wenn ein Gebrauch dieser Geräte unvermeidlich ist, prüfen Sie bei Erstinbetriebnahme des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems die Maschine oder Anlage auf mögliche Fehlfunktionen bei Betrieb solcher Hochfrequenz-, Fernsteuer- oder Funkgeräte in deren möglichen Gebrauchslagen. Eventuell ist eine spezielle EMV-Prüfung notwendig.

3.3.4 Schutz vor elektromagnetischen und magnetischen Feldern bei Betrieb und Montage

Elektromagnetische und magnetische Felder!

Gesundheitsgefahr für Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln (AIMD) wie Herzschrittmachern oder passiven metallischen Implantaten.

- Gefahr durch elektromagnetische und magnetische Felder in unmittelbarer Nähe von Antriebsregelgeräten und dazugehörigen stromführenden Leitern für oben genannte Personengruppen.
- Zutritt zu diesen Bereichen kann für oben genannte Personengruppen ein erhöhtes Risiko darstellen, es sollte der behandelnde Arzt konsultiert werden.
- Bei möglichen Auswirkungen auf oben genannte Personen während des Betriebs von Antriebsregelgeräten und Zubehöerteilen die gefährdeten Personen aus der Nähe von Zuleitungen und Geräten bringen.

3.3.5 Schutz gegen Berühren heißer Teile

Heiße Oberflächen von Komponenten des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems. Verbrennungsgefahr!

- Vermeiden Sie das Berühren von heißen Oberflächen von z. B. Bremswiderständen, Kühlkörpern, Versorgungs- und Antriebsregelgeräten, Motoren, Wicklungen und Blechpaketen!
- Temperaturen der Oberflächen können während oder nach dem Betrieb je nach Betriebsbedingungen **über 60 °C** (140 °F) liegen.
- Lassen Sie die Motoren nach dem Abschalten ausreichend lange abkühlen, bevor Sie diese berühren. Abkühlzeiten **bis 140 Minuten** können erforderlich sein! Die erforderliche Abkühlzeit ist ungefähr fünfmal so groß wie die in den technischen Daten angegebene thermische Zeitkonstante.
- Lassen Sie Drosseln, Versorgungs- und Antriebsregelgeräte **15 Minuten** lang nach dem Abschalten abkühlen, bevor Sie diese berühren.
- Tragen Sie Schutzhandschuhe oder arbeiten Sie nicht an heißen Oberflächen.
- Für bestimmte Anwendungen sind nach den Sicherheitsvorschriften Maßnahmen zur Verhinderung von Verbrennungsverletzungen in der Endanwendung vom Hersteller der Maschine oder Anlage vorzunehmen. Diese Maßnahmen können beispielsweise sein: Warnhinweise an der Maschine oder Anlage, trennende Schutzeinrichtung (Abschirmung oder Absperrung) oder Sicherheitshinweise in der Anwendungsdokumentation.

3.3.6 Schutz bei Handhabung und Montage

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung! Körperverletzung durch Quetschen, Scheren, Schneiden, Stoßen!

- Beachten Sie die einschlägigen Vorschriften zur Verhütung von Unfällen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften).
- Verwenden Sie geeignete Montage- und Transporteinrichtungen.
- Beugen Sie Einklemmungen und Quetschungen durch geeignete Vorkehrungen vor.
- Benutzen Sie nur geeignetes Werkzeug, sofern vorgeschrieben, Spezialwerkzeug.
- Setzen Sie Hebeeinrichtungen und Werkzeuge fachgerecht ein.
- Benutzen Sie geeignete Schutzausstattung (z. B. Schutzhelm, Schutzbrille, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe).
- Halten Sie sich nicht unter hängenden Lasten auf.
- Beseitigen Sie ausgelaufene Flüssigkeiten am Boden sofort, ansonsten besteht Sturzgefahr!

3.3.7 Schutz beim Umgang mit Batterien

Batterien bestehen aus aktiven Chemikalien in einem festen Gehäuse. Unsachgemäßer Umgang kann daher zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung!

- Versuchen Sie nicht, leere Batterien durch Erhitzen oder andere Methoden zu reaktivieren (Explosions- und Ätzungsgefahr).
- Versuchen Sie nicht, Batterien aufzuladen, weil sie dabei auslaufen oder explodieren können.
- Werfen Sie Batterien nicht ins Feuer.
- Zerlegen Sie keine Batterie.
- Beschädigen Sie beim Wechsel der Batterie(n) nicht die elektrischen Bauteile in den Geräten.
- Verwenden Sie nur die für das Produkt vorgeschriebenen Batterietypen.



Umweltschutz und Entsorgung! Die im Produkt enthaltenen Batterien sind im Sinne der gesetzlichen Bestimmungen als Gefahrgut beim Transport im Land-, Luft- und Seeverkehr anzusehen (Explosionsgefahr). Entsorgen Sie Altbatterien getrennt von anderem Abfall. Beachten Sie die nationalen Bestimmungen Ihres Landes.

3.3.8 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen

Flüssigkeits- und druckluftgekühlte Motoren und Komponenten können entsprechend den Angaben in den Projektierungsbeschreibungen zum Teil mit extern zugeführten und unter Druck stehenden Medien wie Druckluft, Hydrauliköl, Kühlflüssigkeit und Kühlschmiermittel versorgt werden. Unsachgemäßer Umgang mit den angeschlossenen Versorgungssystemen, Versorgungsleitungen oder Anschlüssen kann zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von unter Druck stehenden Leitungen!

- Versuchen Sie nicht, unter Druck stehende Leitungen zu trennen, zu öffnen oder zu kappen (Explosionsgefahr).
- Beachten Sie die Betriebsvorschriften der jeweiligen Hersteller.
- Lassen Sie vor Demontage von Leitungen, Druck und Medium ab.
- Benutzen Sie geeignete Schutzausrüstung (z. B. Schutzbrillen, Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe).
- Beseitigen Sie ausgelaufene Flüssigkeiten am Boden sofort, ansonsten besteht Sturzgefahr!



Umweltschutz und Entsorgung! Die für den Betrieb des Produktes verwendeten Medien können unter Umständen nicht umweltverträglich sein. Entsorgen Sie umweltschädliche Medien getrennt von anderem Abfall. Beachten Sie die nationalen Bestimmungen Ihres Landes.

3.4 Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik

Die Sicherheitshinweise in der vorliegenden Anwendungsdokumentation beinhalten bestimmte Signalwörter (Gefahr, Warnung, Vorsicht, Hinweis) und ggf. eine Signalgrafik (nach ANSI Z535.6-2011).

Das Signalwort soll die Aufmerksamkeit auf den Sicherheitshinweis lenken und bezeichnet die Schwere der Gefährdung.

Die Signalgrafik (Warndreieck mit Ausrufezeichen), welche den Signalwörtern Gefahr, Warnung und Vorsicht vorangestellt wird, weist auf Gefährdungen für Personen hin.

⚠ GEFAHR

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **werden** Tod oder schwere Körpervletzung eintreten.

⚠ WARNUNG

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** Tod oder schwere Körpervletzung eintreten.

⚠ VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können mittelschwere oder leichte Körpervletzung eintreten.

HINWEIS

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises können Sachschäden eintreten.

4 Technische Daten

4.1 Erläuterungen zu den technischen Daten

4.1.1 Einleitung

In diesem Kapitel werden alle relevanten technischen Daten der ML3-Motoren in Form von Tabellen oder Kennlinien angegeben. Folgende Abhängigkeiten werden hierbei berücksichtigt:

- Baugröße und Baulänge des Primärteils
- Wicklungsausführung Primärteil
- Verfügbare Netzanschluss- bzw. Zwischenkreisspannung



Alle hier angegebenen Daten und Kennlinien beziehen sich – soweit nicht anders angegeben – auf folgende Bedingungen:

- Motor-Wicklungstemperatur 100 °C
- Selbstkühlung, Temperatur der Anschraubfläche 20 °C
- Zwischenkreisspannung 540 V_{DC}

Resultierende Daten aus bestimmten Motor-Regelgeräte-Kombinationen sowie abweichende Umgebungsbedingungen können von den hier angegebenen Daten abweichen. Siehe hierzu auch [Kapitel 9.23 auf Seite 129](#).



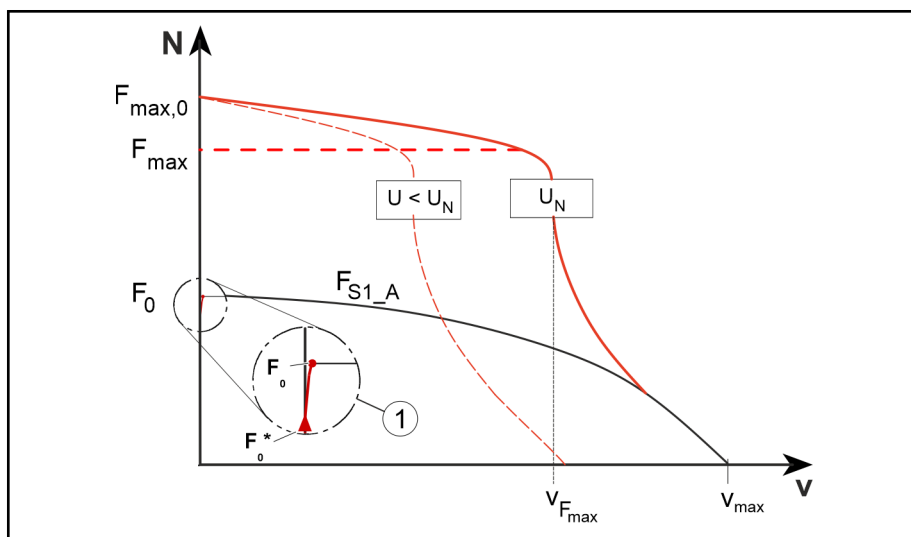
Sämtliche in den folgenden Abschnitten beschriebenen Zusammenhänge und dargestellten Daten gelten nur, sofern ausschließlich Primär- und Sekundärteile der gleichen Baugröße kombiniert werden (z. B. ML3P03 mit ML3S03).

4.1.2 Betriebsverhalten

Die Kennlinie Kraft über Geschwindigkeit wird als Grenzkennlinie angegeben. Die Eckdaten sowie der Verlauf dieser Kennlinie werden durch die Höhe der Zwischenkreisspannung sowie durch die entsprechenden motorspezifischen Daten, wie z. B. Induktivität, Widerstand, Kraftkonstante etc. bestimmt. Durch Variation der Zwischenkreisspannung (unterschiedliche Antriebsregelgeräte bzw. Versorgungsmodule und Anschlussspannungen) sowie unterschiedliche Motorwicklungen ergeben sich unterschiedliche Kennlinien.

Weiterhin wird eine Dauerkraft-Kennlinie F_c bei Anbauart A (optimale thermische Anbindung) und einer Temperatur von 20 °C an der Anschraubfläche dargestellt.

Die Anbauarten sind in [Kap. 9.24 "Thermische Anbindung - Anbauarten" auf Seite 130](#) beschrieben.



$F_{\max,0}$	Maximalkraft bei Stillstand
$F_{\max}$	Maximalkraft
F_0	Stillstandsduerkraft
F_0^*	Um zu vermeiden, dass die Wicklung bei Stillstandsbetrieb beschädigt wird, muss der Strom oder die Dauer des Betriebs begrenzt werden.
F_{S1_A}	Dauerkraft im S1-Betrieb und Anbauart A (siehe Tab. 9-14)
U	Zwischenkreisspannung reduziert
U_N	Zwischenkreisspannung 540 V _{DC}
$v_{F\max}$	Maximalgeschwindigkeit mit $F_{\max}$
$v_{\max}$	Maximalgeschwindigkeit
①	Beachten Sie beim Einsatz des Motors in diesem Betriebsbereich die Hinweise im Kapitel 9.25.

Abb. 4-1: Beispiel Motorkennlinie



Die erreichbare Motorkraft ist vom verwendeten Antriebsregelgerät abhängig. Bezugsgröße für die Angabe der technischen Daten sowie die Darstellung der Motorkennlinien ist eine Zwischenkreisspannung von 540 V_{DC}.

Die Maximalkraft $F_{\max}$ ist bis zur Geschwindigkeit $v_{F\max}$ verfügbar. Dort wird die durch die Zwischenkreisspannung vorgegebene Spannungsgrenze erreicht. Mit zunehmender Geschwindigkeit steigt die induzierte Spannung des Motors jedoch weiter an. Dies führt zu einer geschwindigkeitsabhängigen Reduzierung der Maximalkraft, da die Motoransteuerspannung aufgrund der konstanten Zwischenkreisspannung reduziert wird.

Parallelbetrieb zweier Primärteile an einem Antriebsregelgerät



Es dürfen nur Primärteile parallel geschaltet werden, deren elektrische Eigenschaften identisch sind. Üblicherweise ist dies nur bei baugleichen Typen der Fall.

In folgendem Fall wird von "identischen" Primärteilen gesprochen.

- Gleiche Kraftkonstante K_{FN} bzw. Spannungskonstante K_{EMF}
- Gleicher Wicklungswiderstand R_{12}
- Gleiche Wicklungsinduktivität L_{12}

Bei Parallelanschluss von zwei Primärteilen an einem Antriebsregelgerät bestehen folgende Zusammenhänge:

- Verdopplung der Vorschubkraft der Achse bei gleichem Strom in jedem Primärteil (wenn nicht vom Antriebsregelgerät begrenzt)

$$F_{\text{total}} = 2 \times F_{\text{Motor}}$$

- Verdopplung des Stroms im Antriebsregelgerät (wenn nicht von diesem begrenzt)

$$I_{\text{Inverter}} = 2 \times I_{\text{Motor}}$$

- Geschwindigkeiten $v_{F\text{max}}$, v_{nenn} und v_{max} wie bei Einzelanordnung

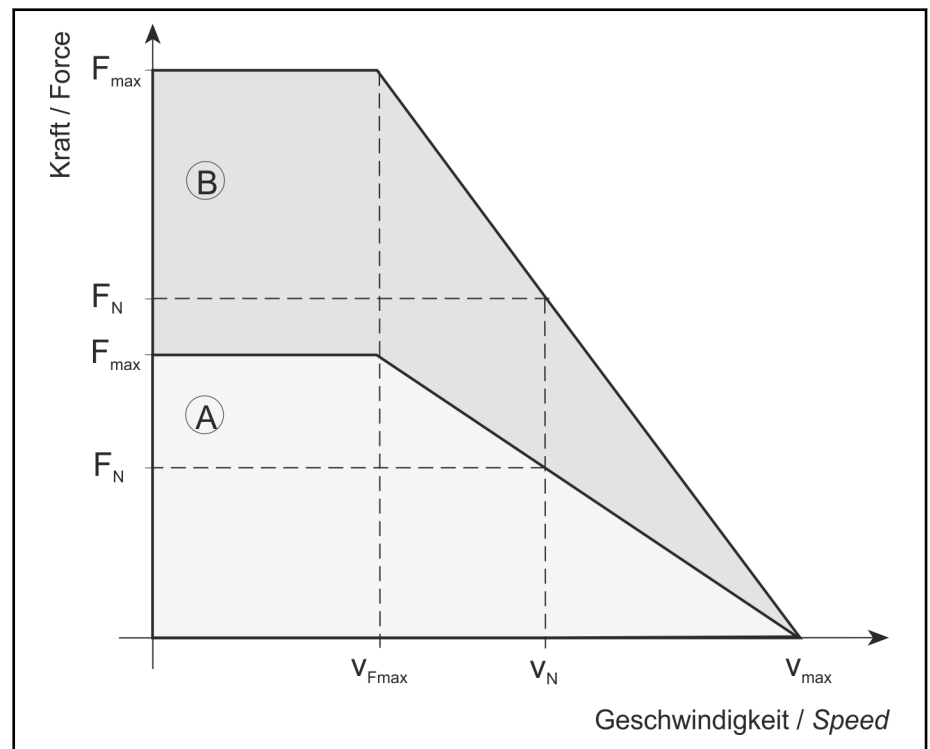
$$v_{F\text{max},\text{total}} = v_{F\text{max},\text{Motor}} / v_{\text{nenn},\text{total}} = v_{\text{nenn},\text{Motor}} / v_{\text{max},\text{total}} = v_{\text{max},\text{Motor}}$$

- Gleiche Motor- und Spannungskonstante ($K_{F,0}$, K_{EMF})

$$K_{F\text{N},\text{total}} = K_{F\text{N},\text{Motor}} / K_{\text{EMK},\text{total}} = K_{\text{EMK},\text{Motor}}$$

- Gesamt-Motorwiderstände und -induktivitäten halbiert

$$R_{12,\text{total}} = 1/2 \times R_{12,\text{Motor}} / L_{12,\text{total}} = 1/2 \times L_{12,\text{Motor}}$$



A Einzelanordnung
B Parallelanordnung

Abb. 4-2: Kennlinie Kraft über Geschwindigkeit bei Einzel- und Parallelanschluss zweier Primärteile an einem Antriebsregelgerät



Für Parallelanschluss von zwei Primärteilen an einem Antriebsregelgerät werden in dieser Dokumentation entsprechende Motorparameter für die Inbetriebnahme angegeben (siehe Kapitel [Parallelschaltung: Mehrere Primärteile hintereinander](#)).

4.1.3 IndraSize

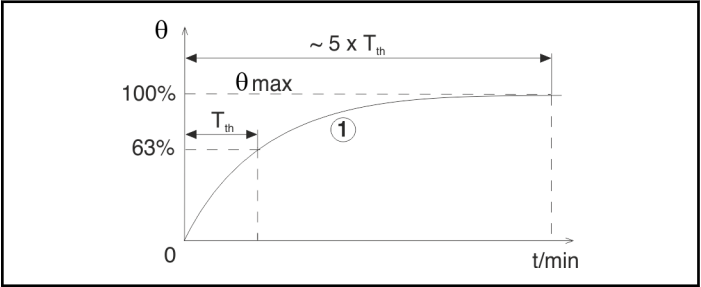
Mit der IndraSize-Software ist die Dimensionierung von Antriebsreglern, Motoren und mechanischen Getrieben einfach möglich. Das Engineering-Tool deckt die gesamte Palette der Antriebe und Motoren ab. Berechnen Sie die Kennlinien für Ihre Applikation mit dem Auslegungs- und Berechnungswerkzeug IndraSize: www.boschrexroth.com/IndraSize

4.1.4 Kenngrößen

In den Datenblättern angegebene Werte sind Effektivwerte nach DIN EN 60034-1, sofern nicht anders angegeben. Bezugsgröße 540 V_{DC} Zwischenkreisspannung und 20°C Anschraubflächentemperatur.

Kenngrößen für Primärteile ML3P...

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Toleranz	Beschreibung
Maximalkraft bei Stillstand	$F_{\max,0}$	N	$\pm 5 \%$	Maximalkraft bei Stillstandstrom $I_{\max,0}$. Der Temperaturgradient beträgt bei $I_{\max,0}$ 10 K/s.
Maximalstrom bei Stillstand	$I_{\max,0}$	A		Maximaler Stillstandsstrom bei maximaler Stillstandskraft $F_{\max,0}$. Der Temperaturgradient beträgt bei $I_{\max,0}$ 10 K/s.
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	$\pm 5 \%$	Maximale Kraft bei Maximalstrom $I_{\max}$. Die erreichbare Kraft ist vom verwendeten Antriebsregelgerät abhängig. Der Temperaturgradient beträgt bei $I_{\max}$ 6 K/s.
Maximalstrom	$I_{\max}$	A		Maximalstrom (Effektivwert) des Motors bei $F_{\max}$. Der Temperaturgradient beträgt bei $I_{\max}$ 6 K/s.
Stillstandsdauerkraft	F_0	N	$\pm 5 \%$	Verfügbare Dauerkraft in Betriebsart S1 (Dauerbetrieb) nahe Stillstand.
Stillstandsdauerstrom	I_0	A		Strangstrom (Effektivwert) des Motors bei Belastung mit Stillstandsdauerkraft.
Maximalgeschwindigkeit mit $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min		Maximalgeschwindigkeit bei Maximalkraft $F_{\max}$. Die erreichbare Geschwindigkeit ist von der Zwischenkreisspannung des verwendeten Antriebsregelgerätes abhängig.
Kraftkonstante	$K_{F,0}$	N/A	$\pm 5 \%$	Verhältnis von Krafterhöhung zur Erhöhung des kraftbildenden Stroms. Gültig bis zum Stillstandsdauerstrom I_0 .
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMF}	Vs/m	$\pm 5 \%$	Induzierte Motorspannung (Effektivwert) in Abhängigkeit von der Verfahrensgeschwindigkeit bezogen auf Geschwindigkeit 1 m/s.
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R_{12}	Ω		Gemessener Wicklungswiderstand zwischen zwei Strängen bei 20 °C.
Wicklungsinduktivität	L_{12}	mH		Gemessene Wicklungsinduktivität zwischen zwei Strängen. Die angegebenen Messwerte sind aufgrund von Randeffekten Schwankungen unterworfen. Die Angaben sind typische Werte, die mit einem Messstrom von 1 mA bei einer Messfrequenz von 1 kHz ermittelt wurden.
Leistungsaederquerschnitt	A	mm ²		Erforderlicher Leistungsaderquerschnitt bemessen für Kabel nach Strombelastbarkeit gemäß VDE0298-4 (1992) und Verlegeart B2 nach EN60204-1 (1993) bei 40 °C Umgebungstemperatur. Der in den Datenblättern angegebene Leistungsaederquerschnitt kann in Abhängigkeit von der gewählten Anschlussart - Stecker oder Klemmenkasten - abweichen. Beachten Sie bei der Auswahl des entsprechenden Leistungskabels die Angaben in Kapitel 8 Anschluss technik und die Dokumentation zu Rexroth den Anschlusskabeln, MNR R911322948 (DE).
Polweite	T_P	mm		Abstandsmaß von Polmitte zur Polmitte der Magnete am Sekundärteil.
Anziehungskraft	F_{ATT}	N		Maximale Anziehungskraft zwischen Primär- und Sekundärteil bei Nennluftspalt δ (= 0,5 mm) und unbestromten Primärteil.

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Toleranz	Beschreibung
Thermische Zeitkonstante	T_{th}			Dauer des Temperaturanstieges auf 63 % der Endtemperatur der Wicklung bei Belastung mit der Dauernennkraft in S1-Betrieb und Flüssigkeitskühlung.  ① zeitlicher Verlauf der Wicklungstemperatur θ_{max} max. Wicklungstemperatur T_{th} Thermische Zeitkonstante <i>Abb. 4-3: Thermische Zeitkonstante</i>
Masse Primärteil mit Standardkapselung	m_P	kg		Masse des Primärteils mit Kabel.
Masse Kabel pro Meter	m_K	kg		Masse von Leistungs- und Sensorkabel pro 1 m Kabellänge.

Kenngrößen für Sekundärteile ML3S

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Toleranz	Beschreibung
Masse Sekundärteil	m_S	kg		Masse des Sekundärteils m_S .
	m_{S_rel}	kg/m		Relative Masse des Sekundärteils bezogen auf 1 m Länge.

4.2 Allgemeine technische Daten

Die in [Tab. 4-1](#) angegebenen Daten sind für alle Motorbaugrößen gültig. Beachten Sie in diesem Zusammenhang jedoch die Erläuterungen der einzelnen Punkte im Kapitel Applikationshinweise.

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P	ML3S
Umgebungstemperatur im Betrieb (siehe auch Kapitel 9.3 Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen)	T_{um}	°C	+0 ... +40	
Zulässige Transporttemperatur (siehe auch Kapitel 10.4.1 Hinweise zum Transport)	T_T	°C	-20 ... +80	
Zulässige Lagerungstemperatur (siehe auch Kapitel 10.4.2 Hinweise zur Lagerung)	T_L	°C	-25 ... +55	
Max. zulässige Sekundärteilktemperatur im Betrieb	T_{Smax}	°C	/	70 °C
Thermische Klasse nach DIN EN 60034-1	-	-	130(B)	/
Warntemperatur (Wicklung)	T_{warn}	°C	100	/
Abschalttemperatur (Wicklung)	T_{abst}	°C	110	/
Schutzart nach DIN EN 60034-5	-	-	IP40 (IP64)	
CSA-File Nummer			Prüfnummer der von CSA (Canadian Space Agency) zertifizierten Produkte.	

Tab. 4-1: Allgemeine technische Daten

4.3 Baugröße 03

4.3.1 Primärteil ML3P03 - Baulänge A / B

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P03- A_BW	ML3P03- A_BZ geplant *)	ML3P03- B_BW	ML3P03- B_BY geplant *)
Maximalkraft bei Stillstand	F _{max,0}	N	120		240	
Maximalstrom bei Stillstand	I _{max,0}	A	4,1	12,6	8,2	19,5
Maximalkraft	F _{max}	N	100	75	200	160
Maximalstrom	I _{max}	A	2,9	6,1	5,8	10,2
Stillstandsdauerkraft	F ₀	N	60		120	
Stillstandsdauerstrom	I ₀	A	1,5	4,7	3,0	7,2
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	520	1390	530	1110
Anziehungskraft	F _{ATT}	N	300		500	
Kraftkonstante	K _{F,0}	N/A	40,0	12,8	40,0	16,7
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	22,6	7,8	22,6	9,9
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	10,8	1,12	5,4	0,92
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	70	7,3	34,0	6,0
Thermische Zeitkonstante	T _{th_nenn}	min	1,2			
Polweite	τ _p	mm	12			
Leistungsaderquerschnitt	A	mm ²	0,5			
Masse Primärteil	m _p	kg	0,6		0,9	
Masse Anschlusskabel	m _K	kg/m	0,21			
Letzte Änderung: 2021-04-14						

Letzte Änderung: 2021-04-14

*) Voraussichtlich lieferbar ab Q1/2022
 Tab. 4-2: Technische Daten ML3P03-A / -B

4.3.2 Primärteil ML3P03 - Baulänge D / F

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P03-D_BP geplant *)	ML3P03-D_BW	ML3P03-F_BN	ML3P03-F_BU
Maximalkraft bei Stillstand	F _{max,0}	N	480		720	
Maximalstrom bei Stillstand	I _{max,0}	A	8,2	16,4	12,3	25,1
Maximalkraft	F _{max}	N	450	400	570	520
Maximalstrom	I _{max}	A	6,9	11,6	8,0	14,6
Stillstandsdauerkraft	F ₀	N	240		360	
Stillstandsdauerstrom	I ₀	A	3,0	6,0	4,5	9,3
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	210	525	280	625
Anziehungskraft	F _{ATT}	N	900		1300	
Kraftkonstante	K _{F,0}	N/A	80,0	40,0	80,0	38,7
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	46,0	22,6	46,0	22,6
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	10,7	2,9	7,2	1,7
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	70	15,3	46,0	11,0
Thermische Zeitkonstante	T _{th_nenn}	min	1,2			
Polweite	τ _p	mm	12			
Leistungsaderquerschnitt	A	mm ²	0,5			0,75
Masse Primärteil	m _p	kg	1,6		2,3	
Masse Anschlusskabel	m _K	kg/m	0,21			
Letzte Änderung: 2021-04-14						

*) Voraussichtlich lieferbar ab Q1/2022
 Tab. 4-3: Technische Daten ML3P03-D / -F

4.3.3 Sekundärteil ML3S03

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3S03-__-0096	ML3S03-__-0144	ML3S03-__-0384
Masse Sekundärteil	m _S	kg	0,2	0,3	0,8
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	2,1		
Letzte Änderung: 2018-06-11					

Tab. 4-4: Technische Daten ML3S03

4.3.4 Kennlinien ML3P03

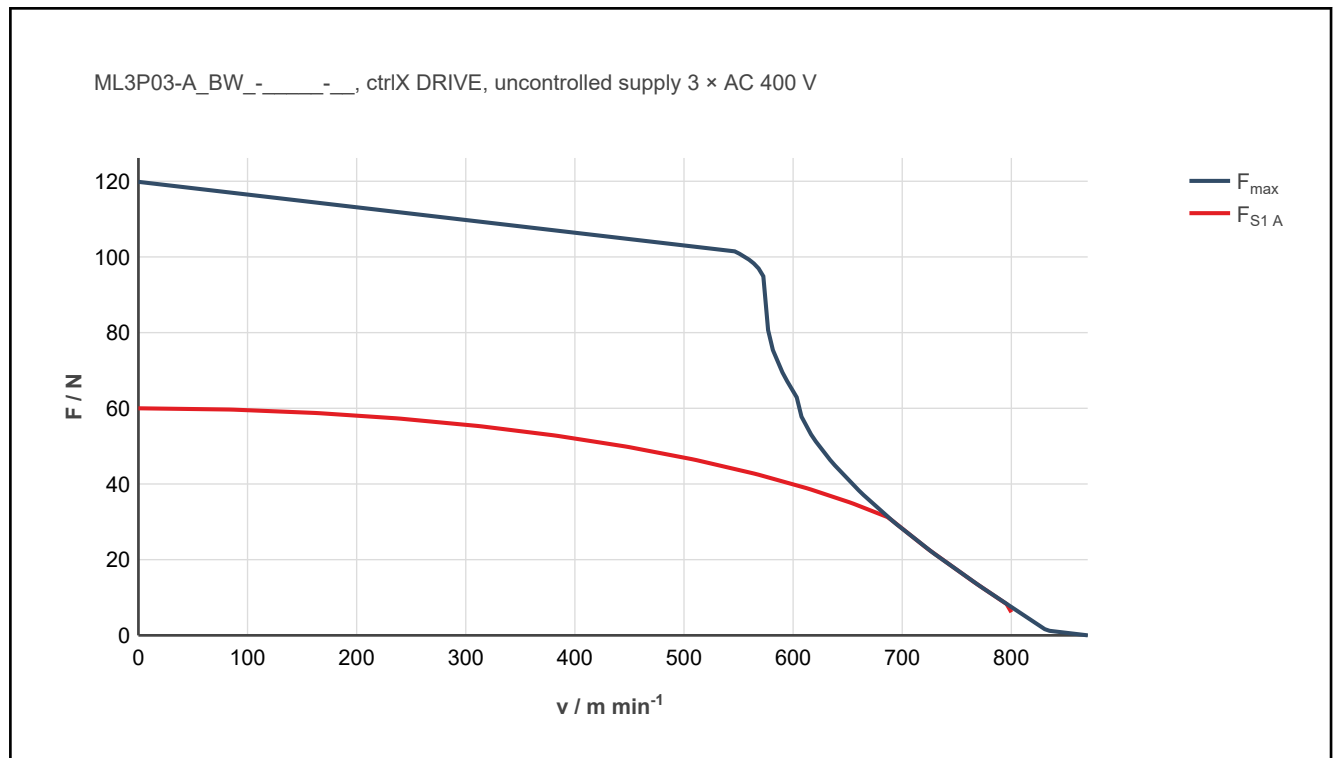


Abb. 4-4: Kennlinie ML3P03-A_BW

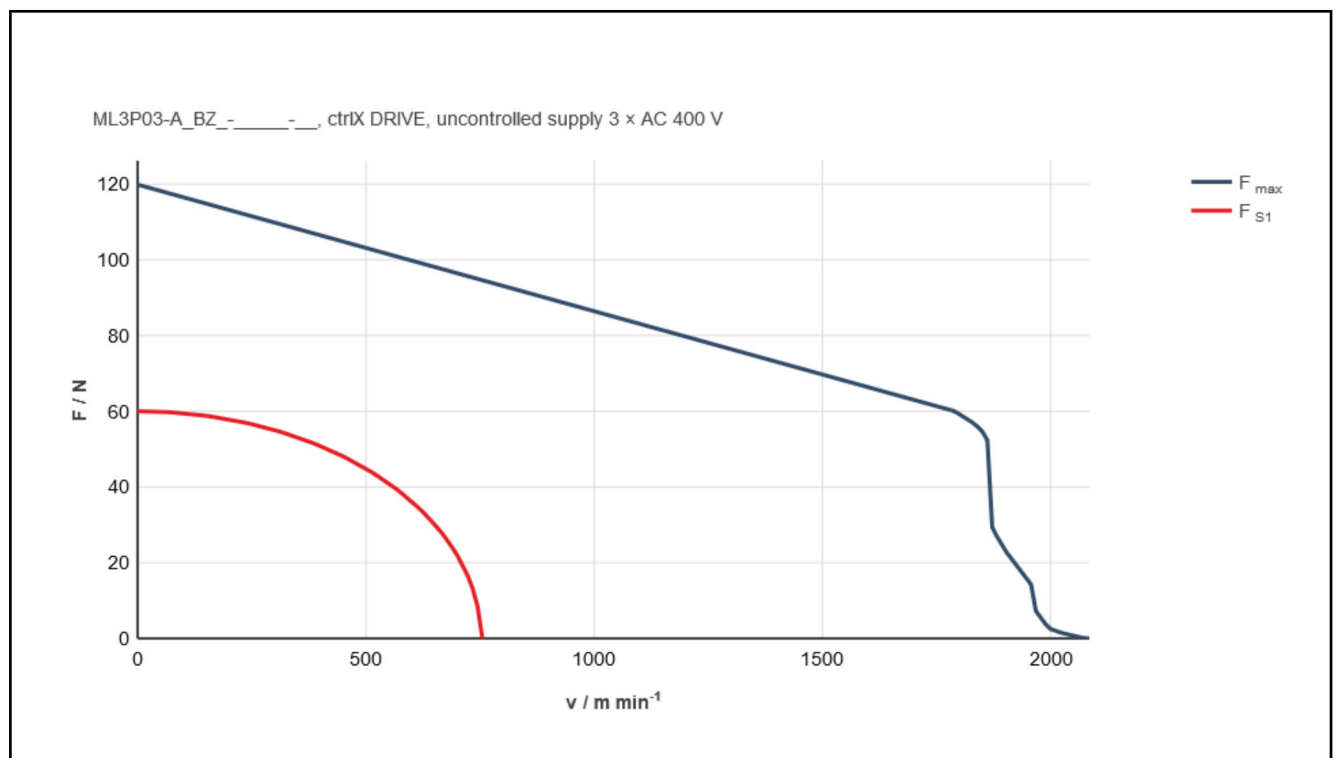


Abb. 4-5: Kennlinie ML3P03-A_BZ

Technische Daten

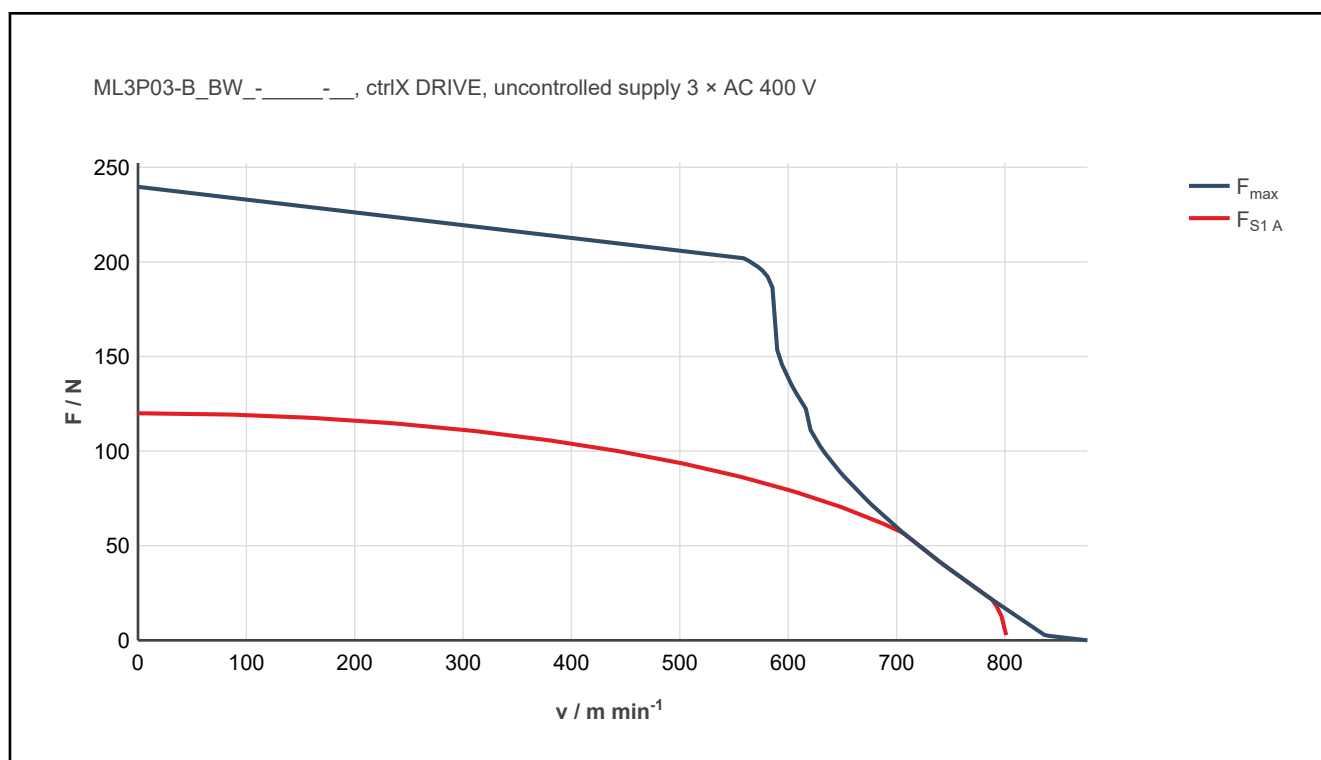


Abb. 4-6: Kennlinie ML3P03-B_BW

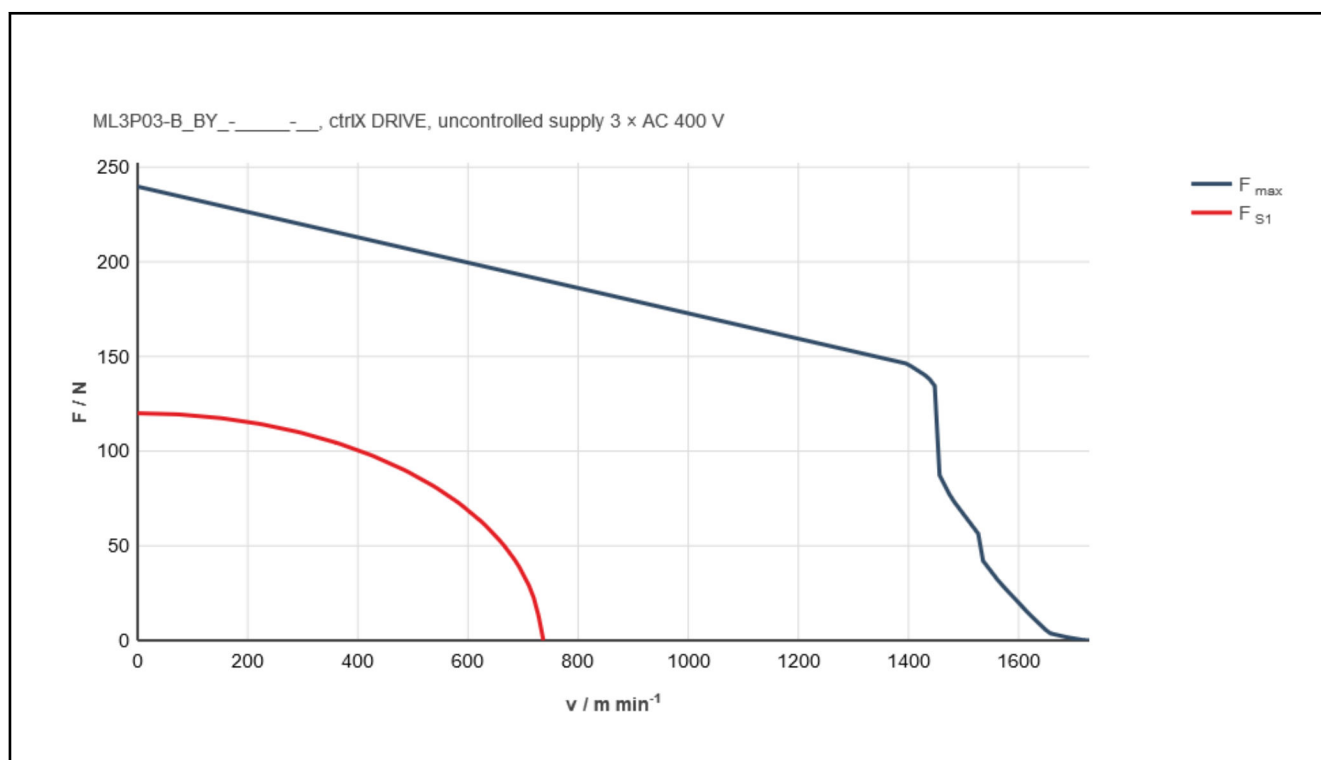


Abb. 4-7: Kennlinie ML3P03-B_BY

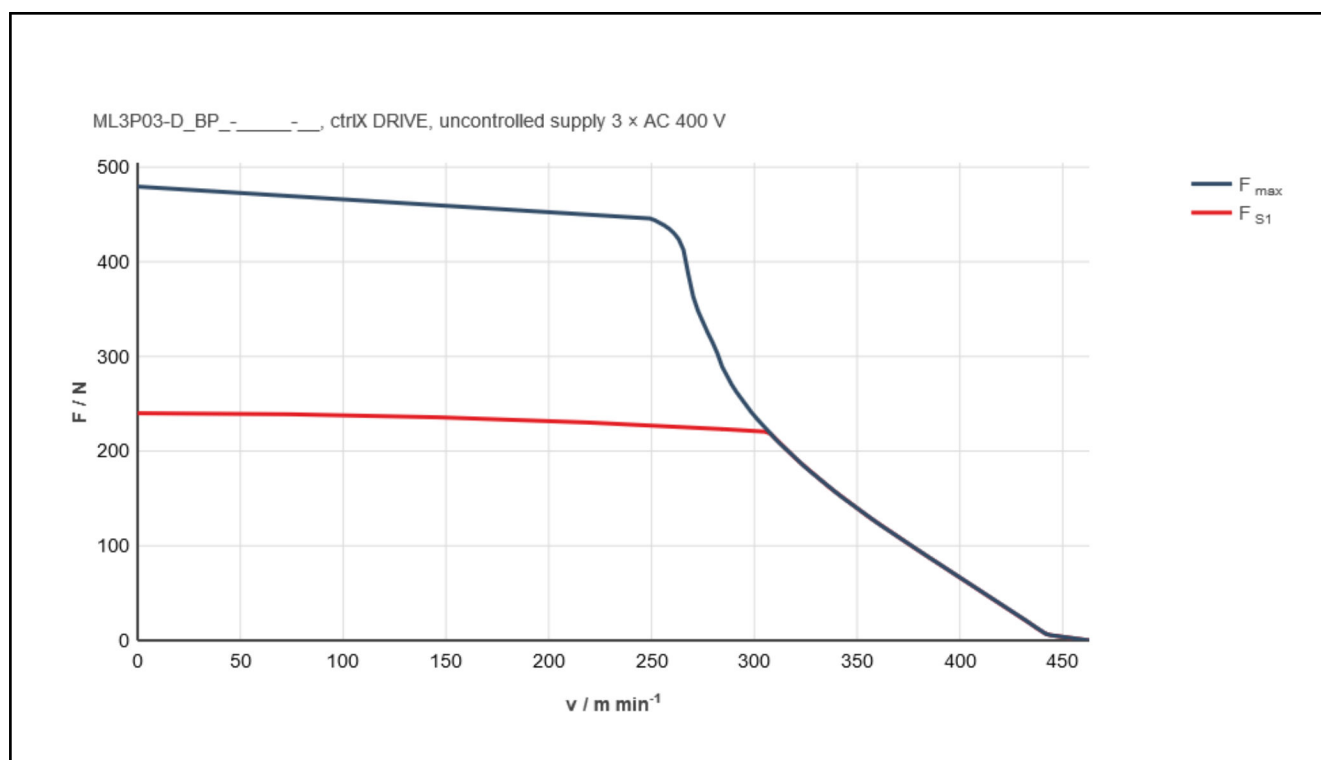


Abb. 4-8: Kennlinie ML3P03-D_BP

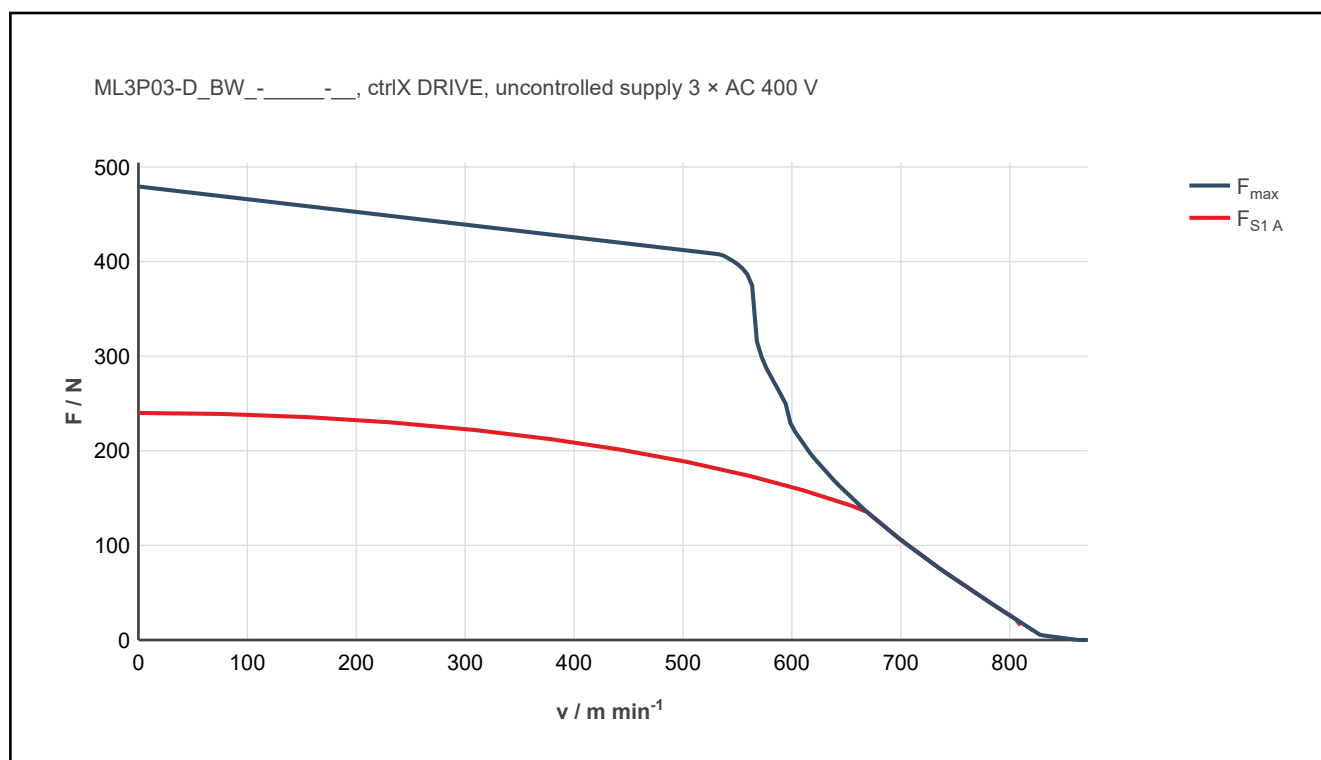


Abb. 4-9: Kennlinie ML3P03-D_BW

Technische Daten

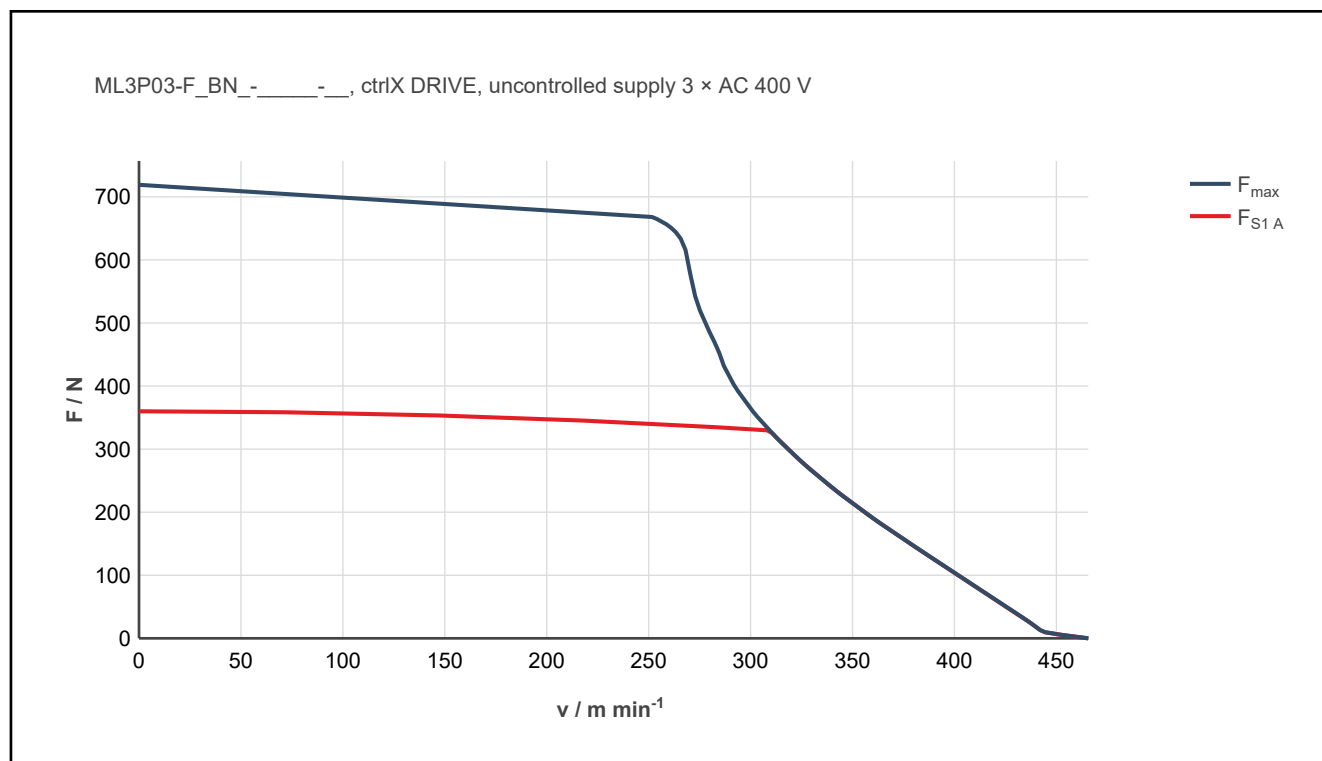


Abb. 4-10: Kennlinie ML3P03-F_BN

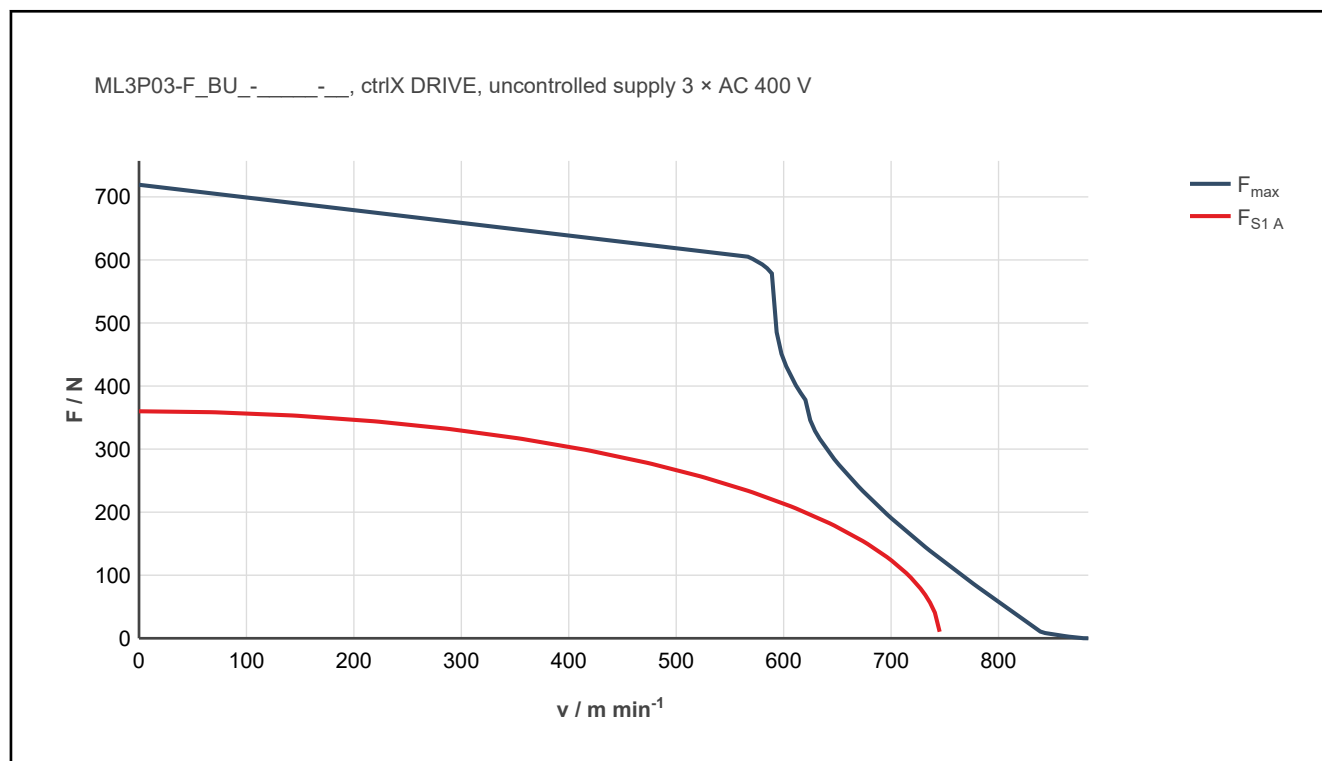


Abb. 4-11: Kennlinie ML3P03-F_BU

4.4 Baugröße 06

4.4.1 Primärteil ML3P06 - Baulänge B / C / D

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P06- B_BK	ML3P06- B_BR	ML3P06- C_BC	ML3P06- C_BR	ML3P06- D_BK	ML3P06- D_BR
Maximalkraft bei Stillstand	F _{max,0}	N	450		675		900	
Maximalstrom bei Stillstand	I _{max,0}	A	6,5	13,1	6,5	19,6	13,1	26,2
Maximalkraft	F _{max}	N	420	390	650	585	845	780
Maximalstrom	I _{max}	A	5,5	9,7	5,8	14,5	11,2	19,4
Stillstandsdauerkraft	F ₀	N	200		300		400	
Stillstandsdauerstrom	I ₀	A	2,2	4,3	2,1	6,4	4,3	8,6
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	190	415	110	425	190	420
Anziehungskraft	F _{ATT}	N	950		1325		1700	
Kraftkonstante	K _{F,0}	N/A	93,0	46,5	140,2	46,5	93,0	46,5
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	53,7	26,9	80,6	26,9	53,7	26,9
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	14,4	3,6	21,6	2,42	7,2	1,8
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	108,0	28,0	162,0	18,0	54,0	14,0
Thermische Zeitkonstante	T _{th_nenn}	min	1,3					
Polweite	T _p	mm	12					
Leistungsaderquerschnitt	A	mm ²	0,5					0,75
Masse Primärteil	m _P	kg	1,5		2,0		2,6	
Masse Anschlusskabel	m _K	kg/m	0,21					
Letzte Änderung: 2020-01-16								

Tab. 4-5: Technische Daten ML3P06-B / -C / -D

4.4.2 Primärteil ML3P06 - Baulänge E / F / H

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P06- E_BK	ML3P06- E_BR	ML3P06- F_BK	ML3P06- F_BR	ML3P06- H_BK	ML3P06- H_BR	
Maximalkraft bei Stillstand	F _{max,0}	N	1125		1350		1800		
Maximalstrom bei Stillstand	I _{max,0}	A	13,5	32,7	19,6	41,0	26,2	52,0	
Maximalkraft	F _{max}	N	1070	975	1270	1170	1690	1560	
Maximalstrom	I _{max}	A	11,8	24,1	16,7	30,0	22,4	38,5	
Stillstandsdauerkraft	F ₀	N	500		600		800		
Stillstandsdauerstrom	I ₀	A	4,5	10,8	6,4	13,4	8,6	17,2	
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	145	425	190	420	185	420	
Anziehungskraft	F _{ATT}	N	2075		2450		3400		
Kraftkonstante	K _{F,0}	N/A	112,1	46,5	93,0	44,9	93,0	46,5	
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	65,0	26,9	53,7	26,9	53,7	26,9	
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	8,6	1,44	4,82	1,18	3,62	0,92	
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	64,0	10,8	36,0	8,8	28,0	6,8	
Thermische Zeitkonstante	T _{th_nenn}	min	1,3						
Polweite	τ _p	mm	12						
Leistungsaederquerschnitt	A	mm ²	0,5	1,0	0,5	1,5	0,75	2,5	
Masse Primärteil	m _P	kg	3,2		3,8		5,2		
Masse Anschlusskabel	m _K	kg/m	0,21						0,3
Letzte Änderung: 2020-01-16									

Tab. 4-6: Technische Daten ML3P06-E / -F / -H

4.4.3 Sekundärteil ML3S06

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3S06-__-0192	ML3S06-__-0288
Masse Sekundärteil	m _S	kg	0,7	1,1
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	3,8	
Letzte Änderung: 2018-06-11				

Tab. 4-7: Technische Daten ML3S06

4.4.4 Kennlinien ML3P06

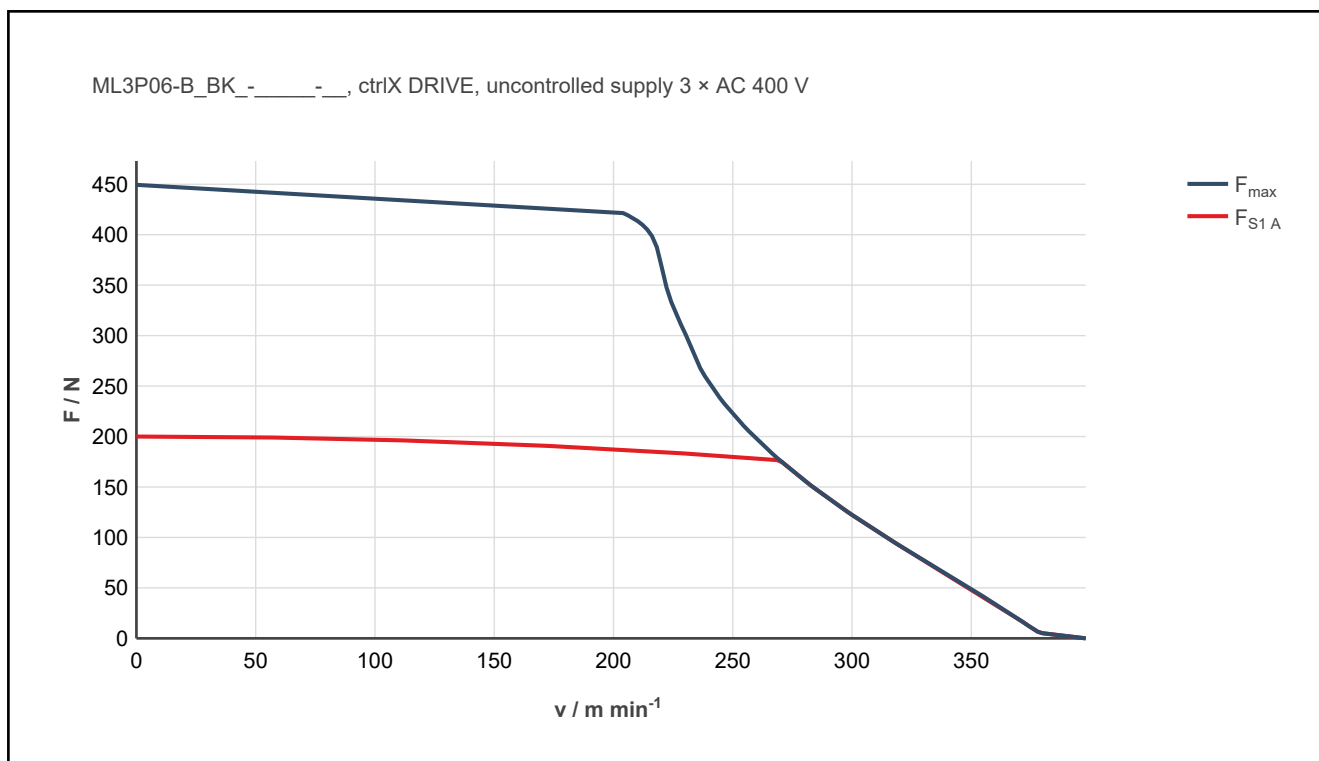


Abb. 4-12: Kennlinie ML3P06-B_BK

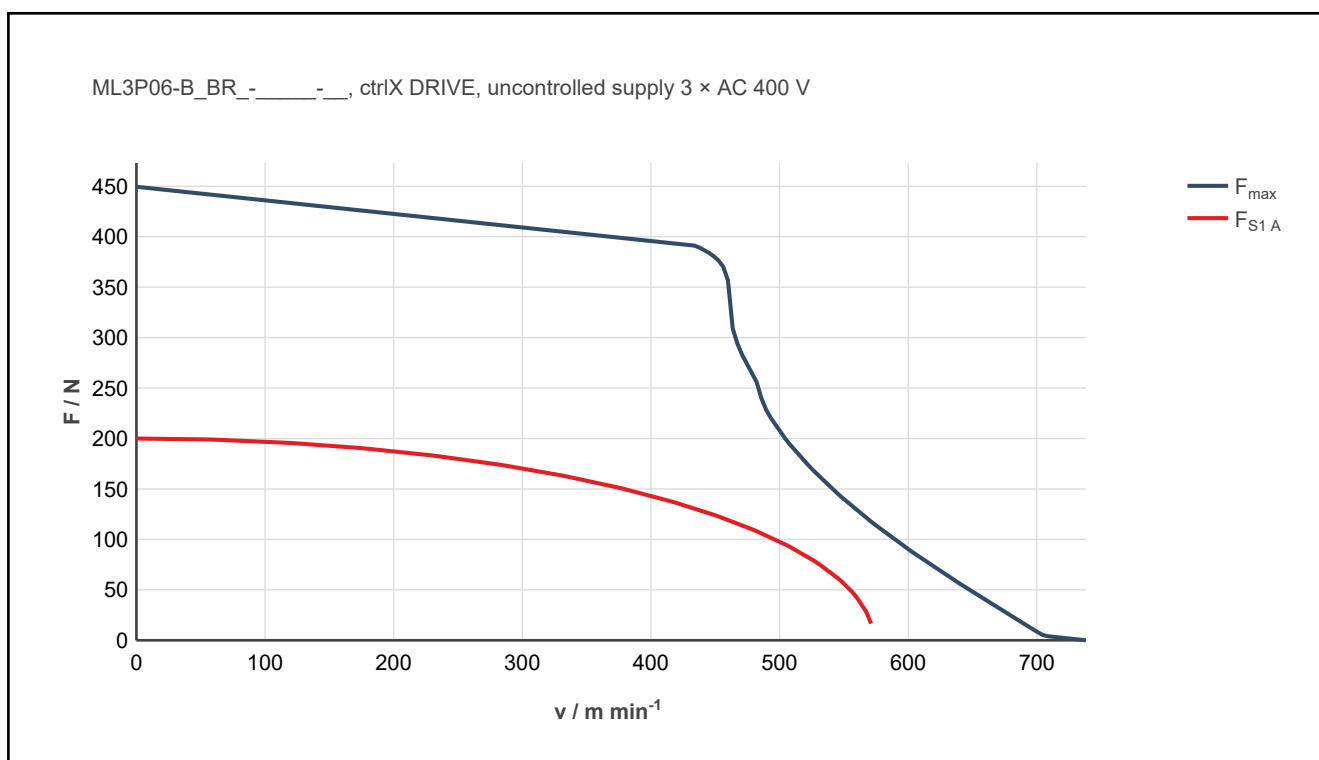


Abb. 4-13: Kennlinie ML3P06-B_BR

Technische Daten

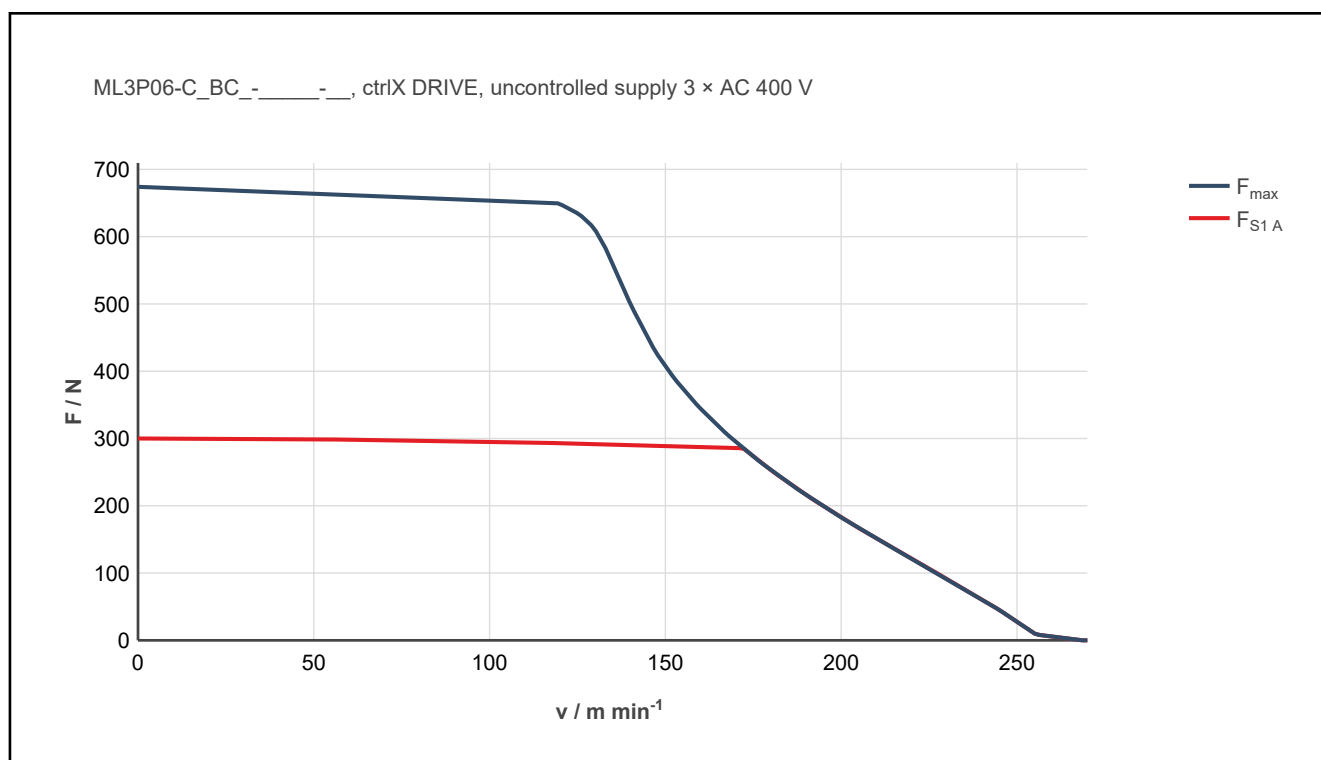


Abb. 4-14: Kennlinie ML3P06-C_BC

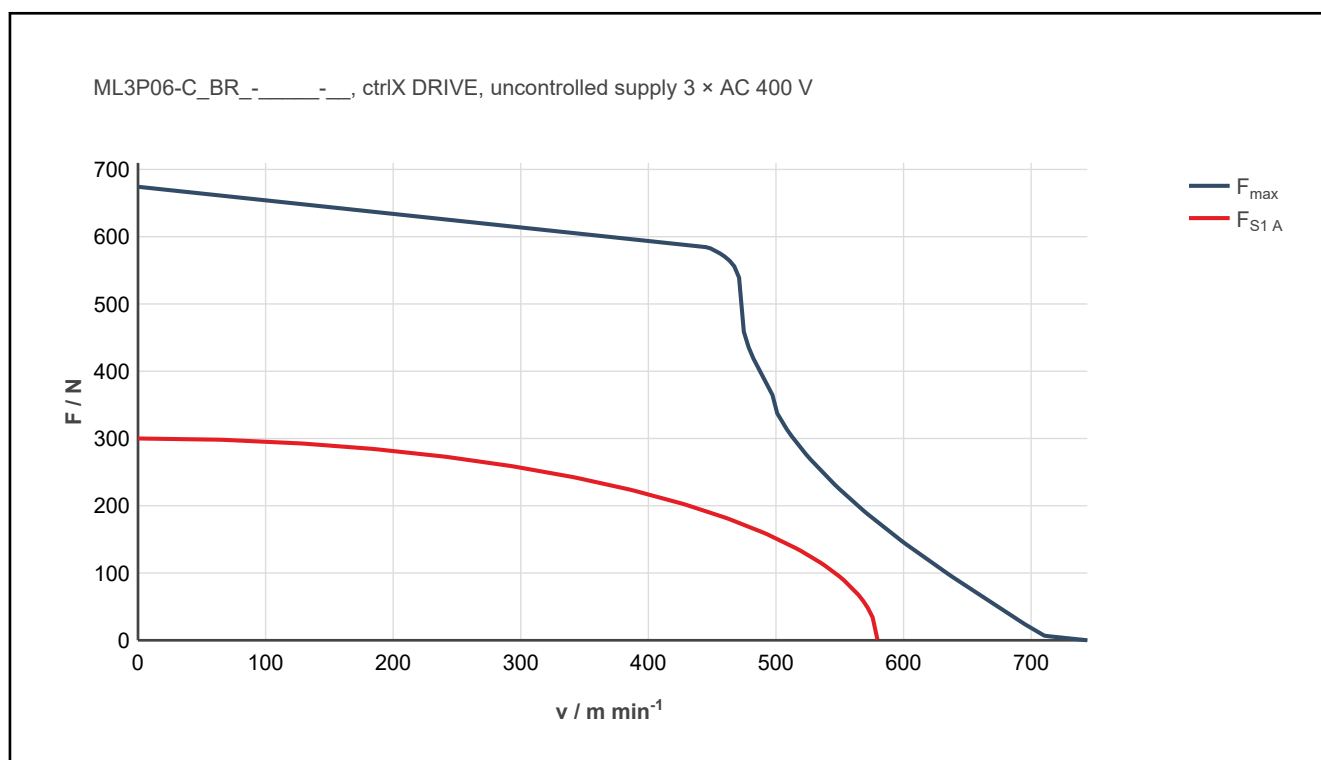


Abb. 4-15: Kennlinie ML3P06-C_BR

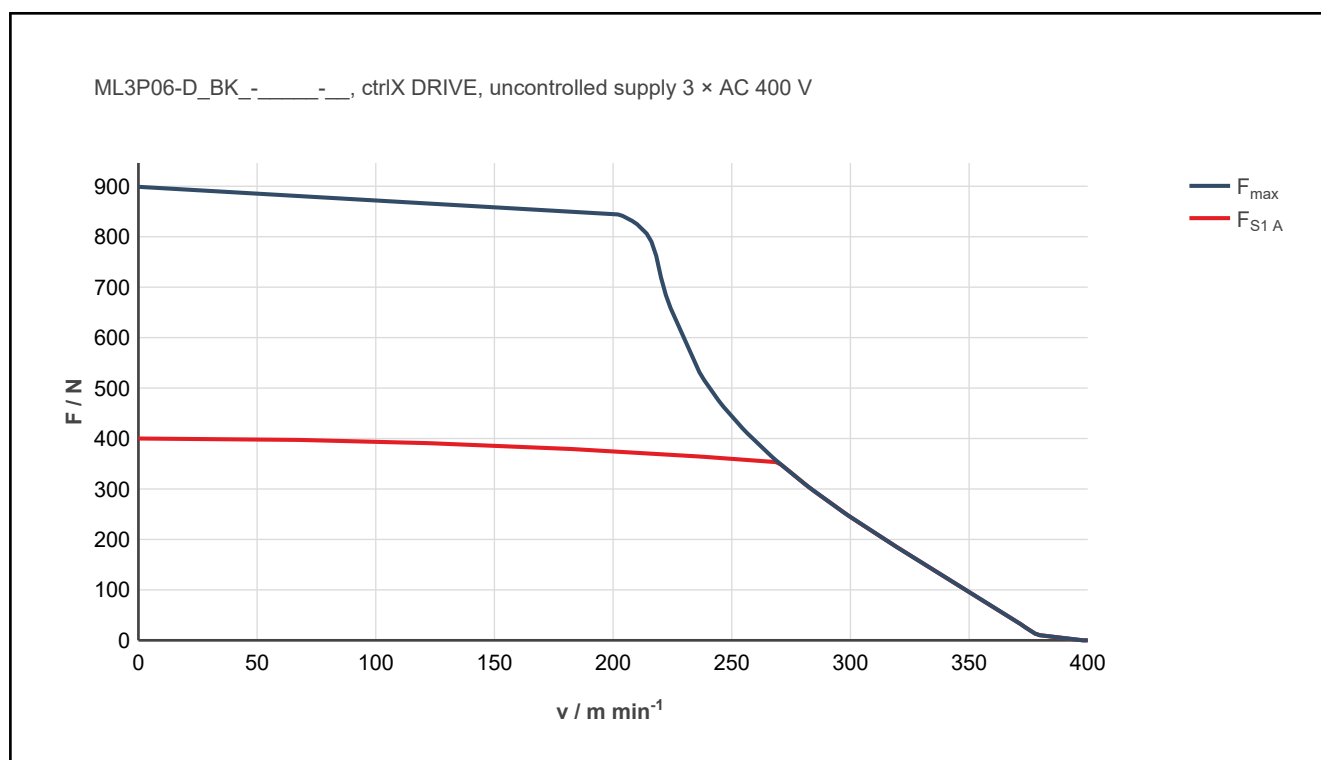


Abb. 4-16: Kennlinie ML3P06-D_BK

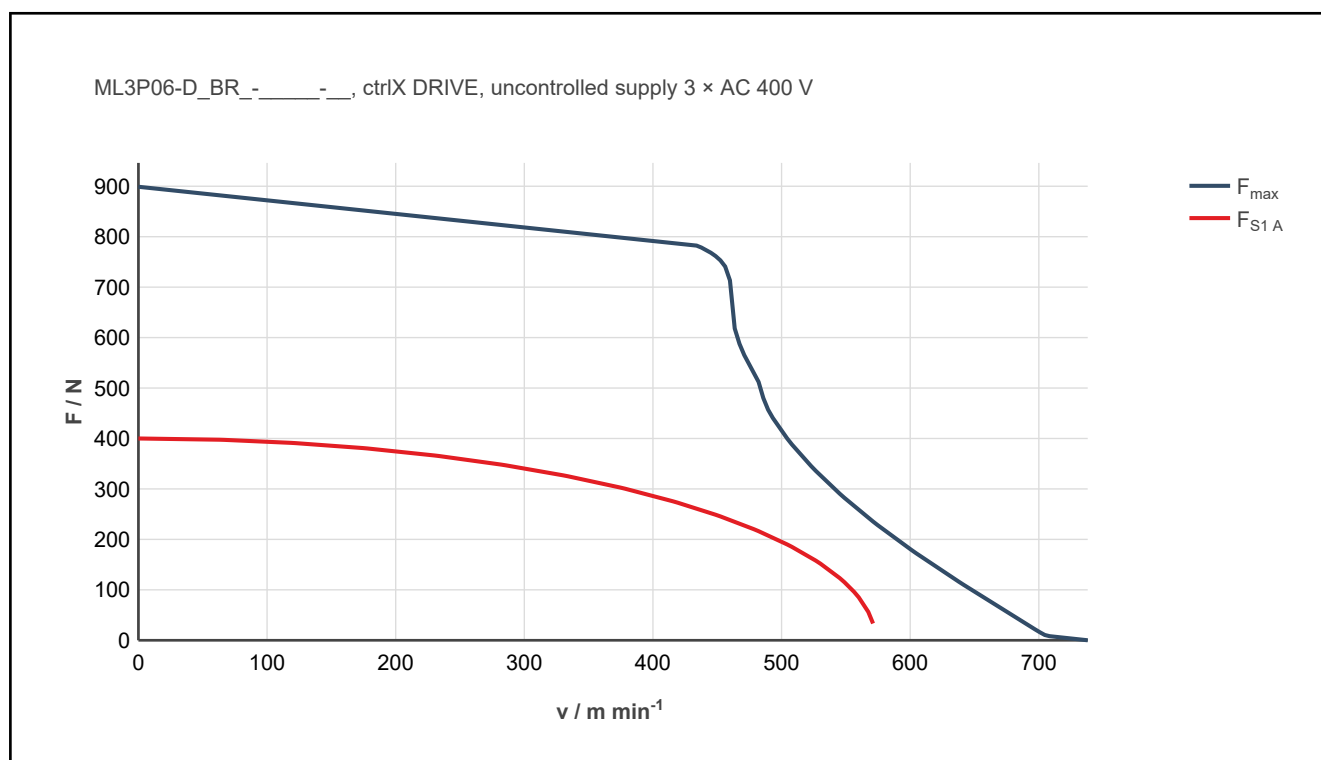


Abb. 4-17: Kennlinie ML3P06-D_BR

Technische Daten

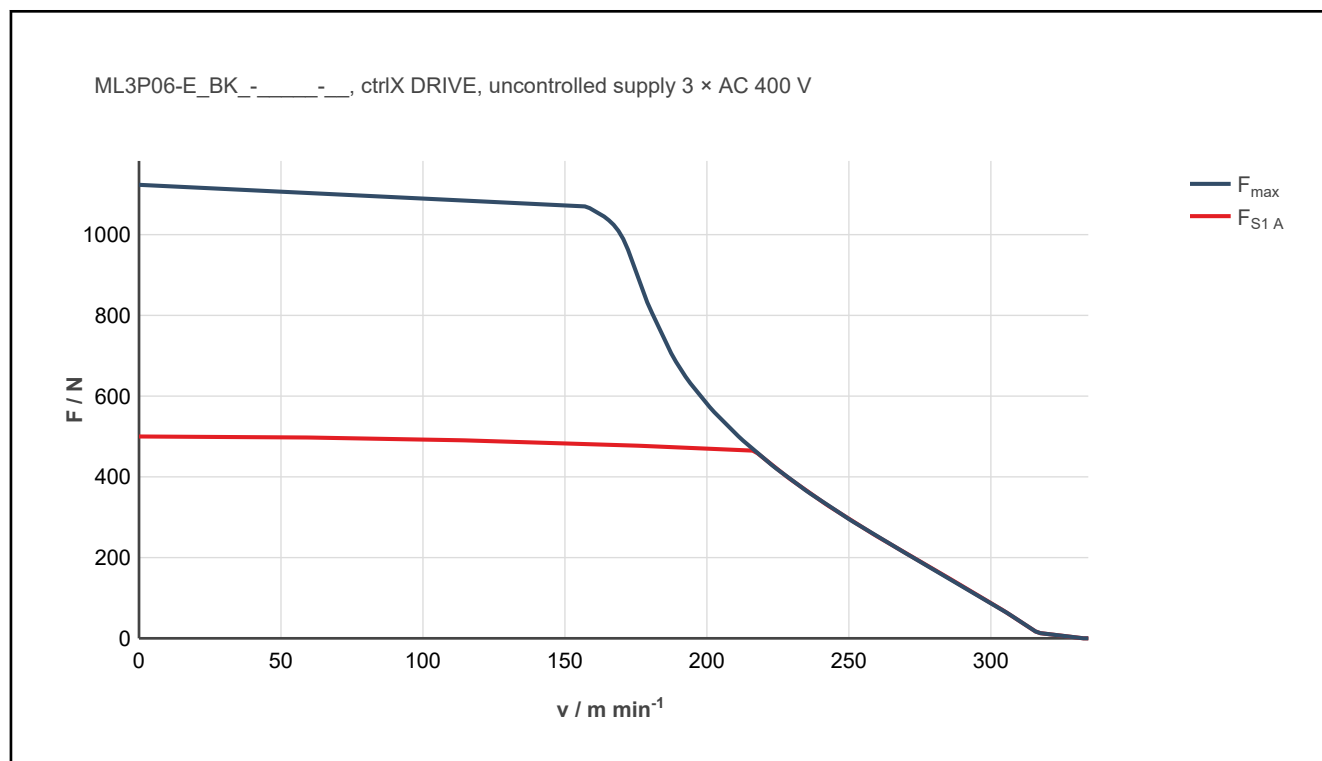


Abb. 4-18: Kennlinie ML3P06-E_BK

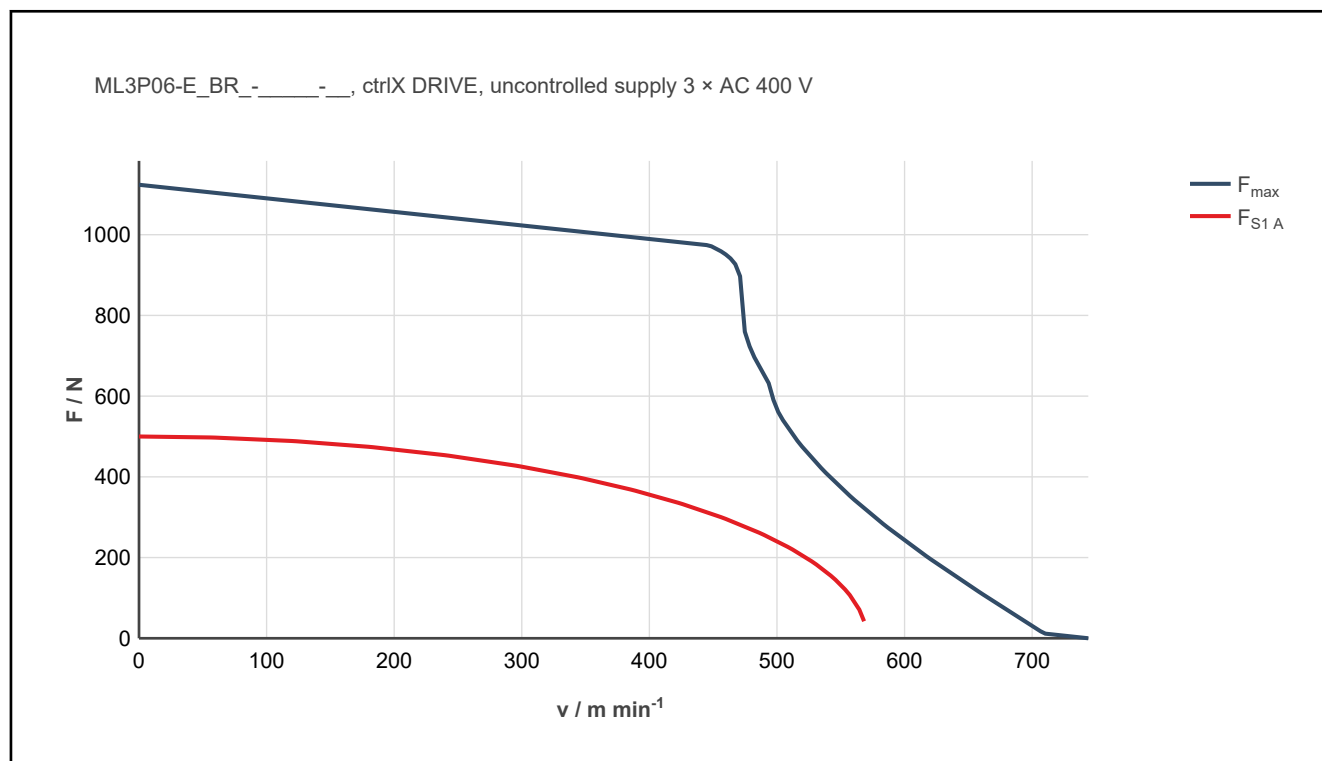


Abb. 4-19: Kennlinie ML3P06-E_BR

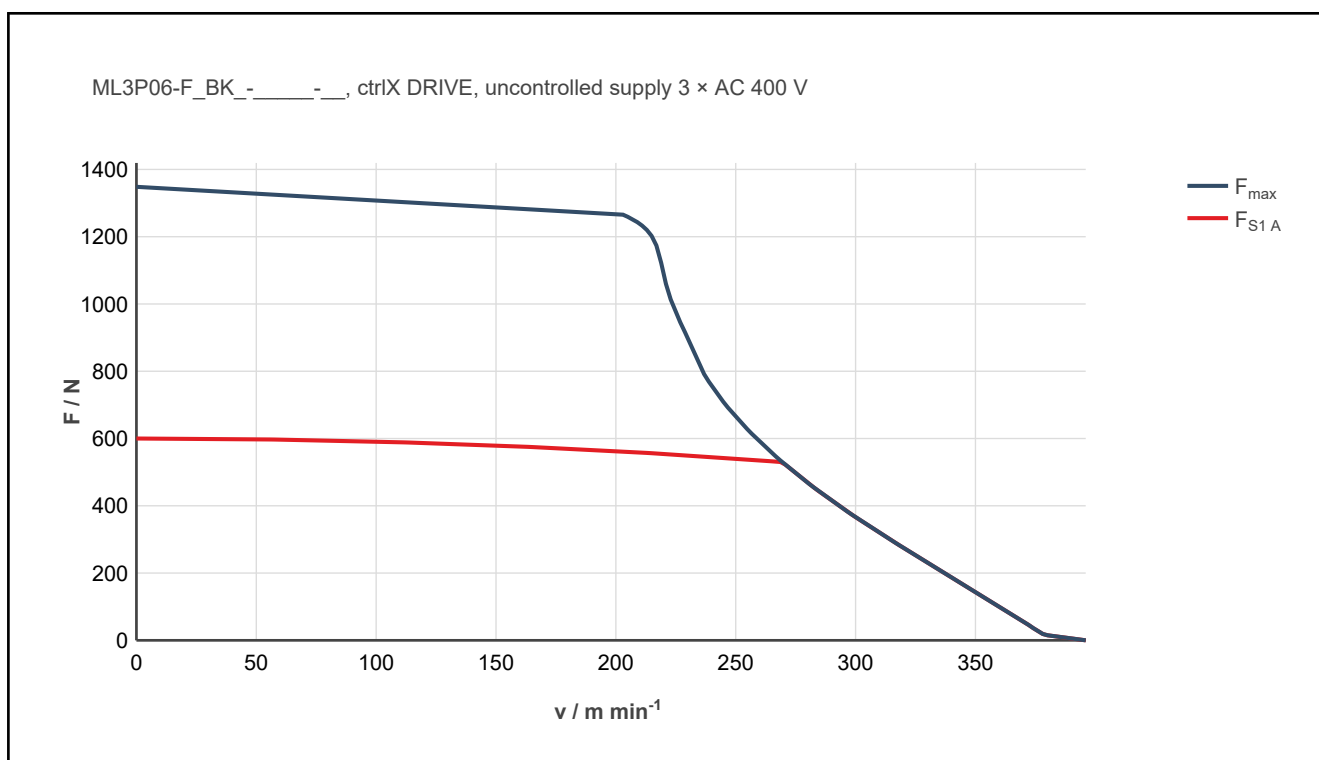


Abb. 4-20: Kennlinie ML3P06-F_BK

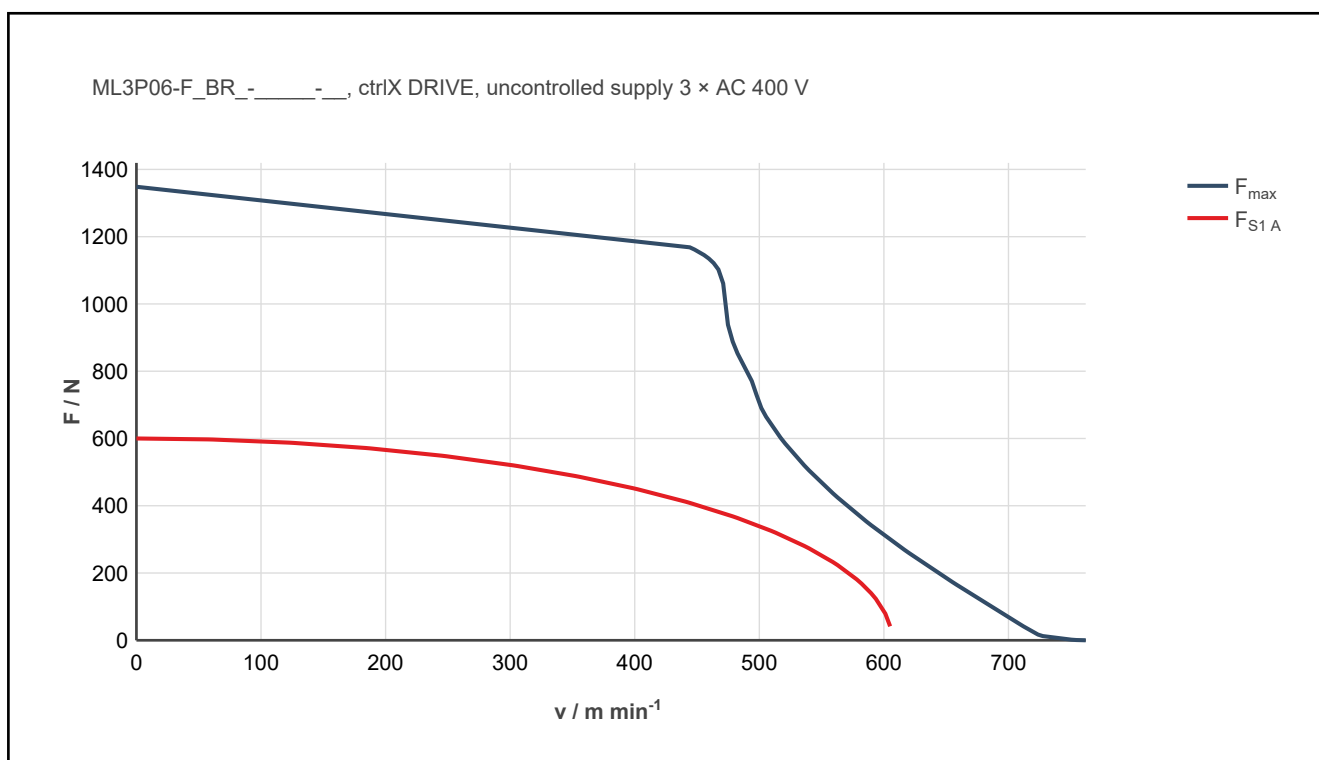


Abb. 4-21: Kennlinie ML3P06-F_BR

Technische Daten

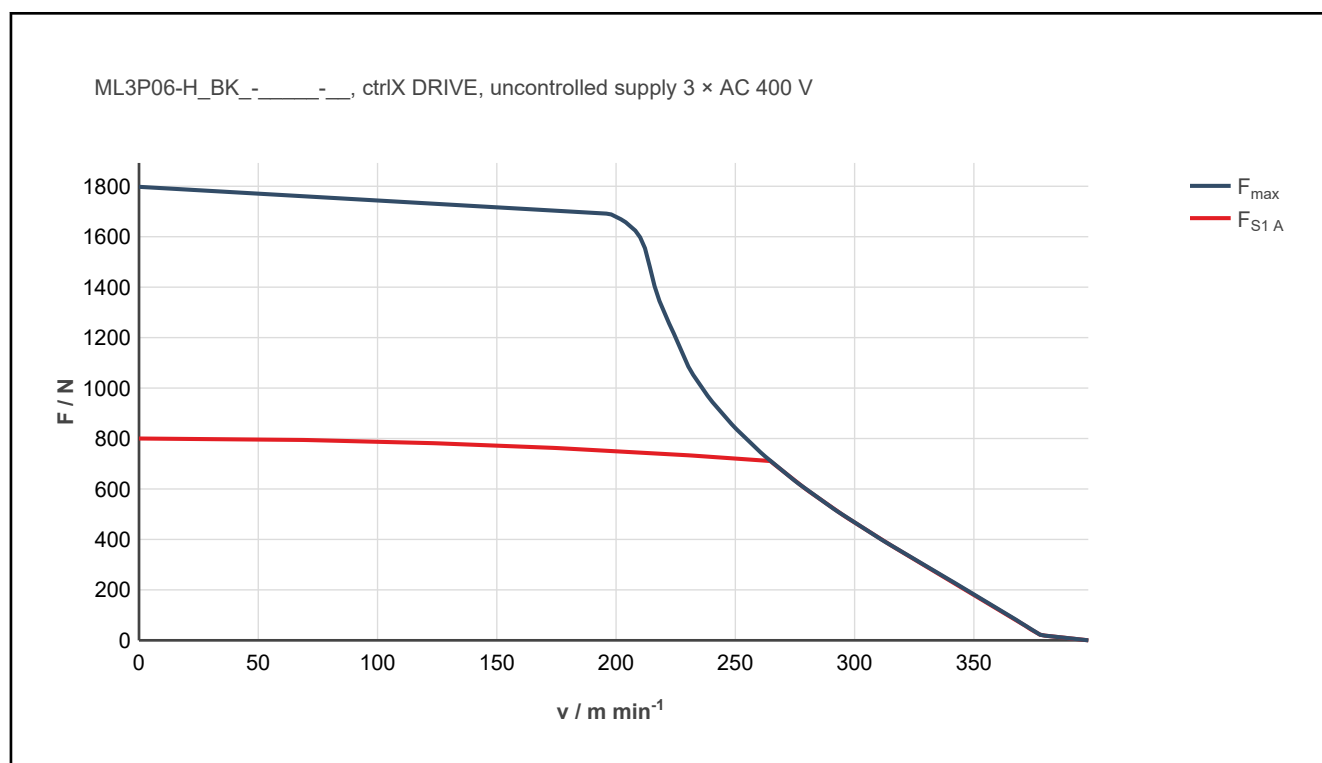


Abb. 4-22: Kennlinie ML3P06-H_BK

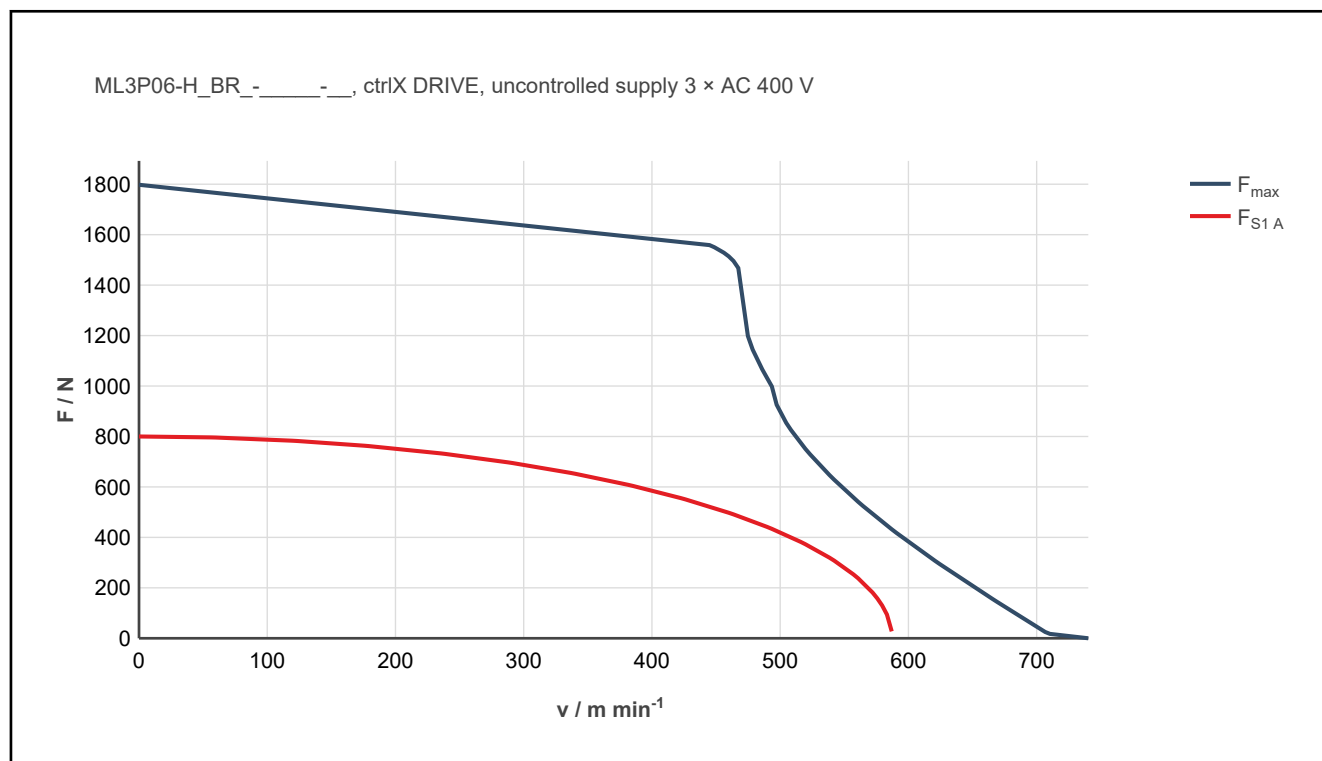


Abb. 4-23: Kennlinie ML3P06-H_BR

4.5 Baugröße 11

4.5.1 Primärteil ML3P11 - Baulänge D / E

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P11- D_BF	ML3P11- D_BQ	ML3P11- E_BC	ML3P11- E_BQ
Maximalkraft bei Stillstand	$F_{\max,0}$	N	1800		2250	
Maximalstrom bei Stillstand	$I_{\max,0}$	A	13,0	26,0	13,5	33,0
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	1750	1680	2200	2100
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	12,0	22,0	12,5	27,2
Stillstandsdauerkraft	F_0	N	760		950	
Stillstandsdauerstrom	I_0	A	4,1	8,2	4,2	10,2
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	75	200	50	200
Anziehungskraft	F_{ATT}	N	3400		4150	
Kraftkonstante	$K_{F,0}$	N/A	185,4	92,7	226,2	93,1
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMK}	Vs/m	107,0	53,7	129,4	53,7
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R_{12}	Ohm	12,6	3,2	15,2	2,6
Wicklungsinduktivität	L_{12}	mH	102,0	26,0	120,0	20,0
Thermische Zeitkonstante	T_{th_nenn}	min	1,5			
Polweite	T_p	mm	12			
Leistungsaderquerschnitt	A	mm ²	0,5	0,75	0,5	0,75
Masse Primärteil	m_P	kg	4,9		5,9	
Masse Anschlusskabel	m_K	kg/m	0,3			
Letzte Änderung: 2020-09-11						

Tab. 4-8: Technische Daten ML3P11-D / -E

4.5.2 Primärteil ML3P11 - Baulänge F / H / L

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3P11-F_BF	ML3P11-H_BC	ML3P11-L_BC	ML3P11-L_BQ
Maximalkraft bei Stillstand	F _{max,0}	N	2700	3600	4500	
Maximalstrom bei Stillstand	I _{max,0}	A	20,0	21,0	27,0	66,0
Maximalkraft	F _{max}	N	2600	3500	4400	4200
Maximalstrom	I _{max}	A	18,0	19,4	25,5	54,5
Stillstandsdauerkraft	F ₀	N	1140	1520	1900	
Stillstandsdauerstrom	I ₀	A	6,1	6,6	8,5	20,5
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	75	55	50	200
Anziehungskraft	F _{ATT}	N	4980	6640	8300	
Kraftkonstante	K _{F,0}	N/A	186,9	230,3	223,5	92,7
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	107,5	133,6	129,4	53,7
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	8,4	9,9	7,6	1,3
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	67,8	79,2	60,0	10,0
Thermische Zeitkonstante	T _{th_nenn}	min	1,5			
Polweite	τ _p	mm	12			
Leistungsaderquerschnitt	A	mm ²	0,75			2,5
Masse Primärteil	m _P	kg	7,1	9,4	11,6	
Masse Anschlusskabel	m _K	kg/m	0,3			
Letzte Änderung: 2020-06-23						

Tab. 4-9: Technische Daten ML3P11-F / -H / -L

4.5.3 Sekundärteil ML3S11

Bezeichnung	Symbol	Einheit	ML3S11-__-0192	ML3S11-__-0288
Masse Sekundärteil	m _S	kg	2,0	3,0
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	10,5	
Letzte Änderung: 2018-06-11				

Tab. 4-10: Technische Daten ML3S11

4.5.4 Kennlinien ML3P11

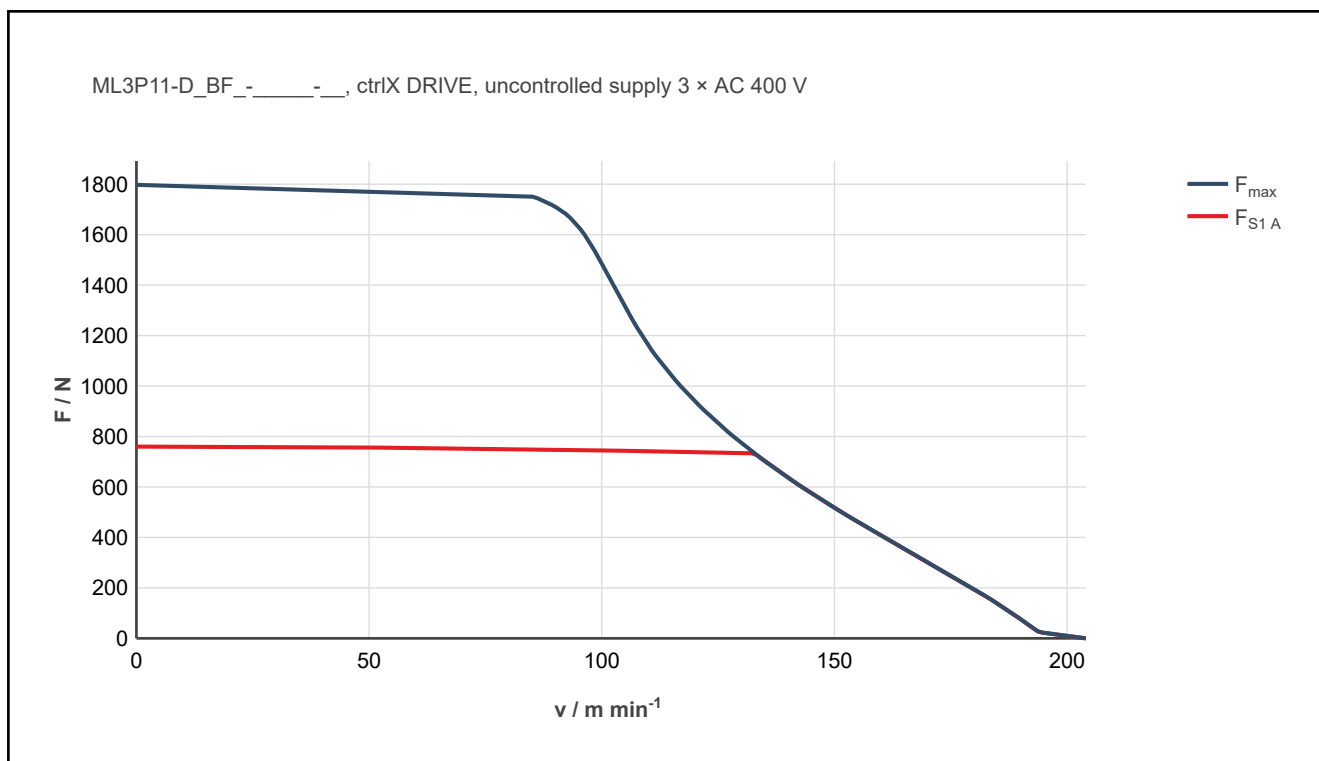


Abb. 4-24: Kennlinie ML3P11-D_BF

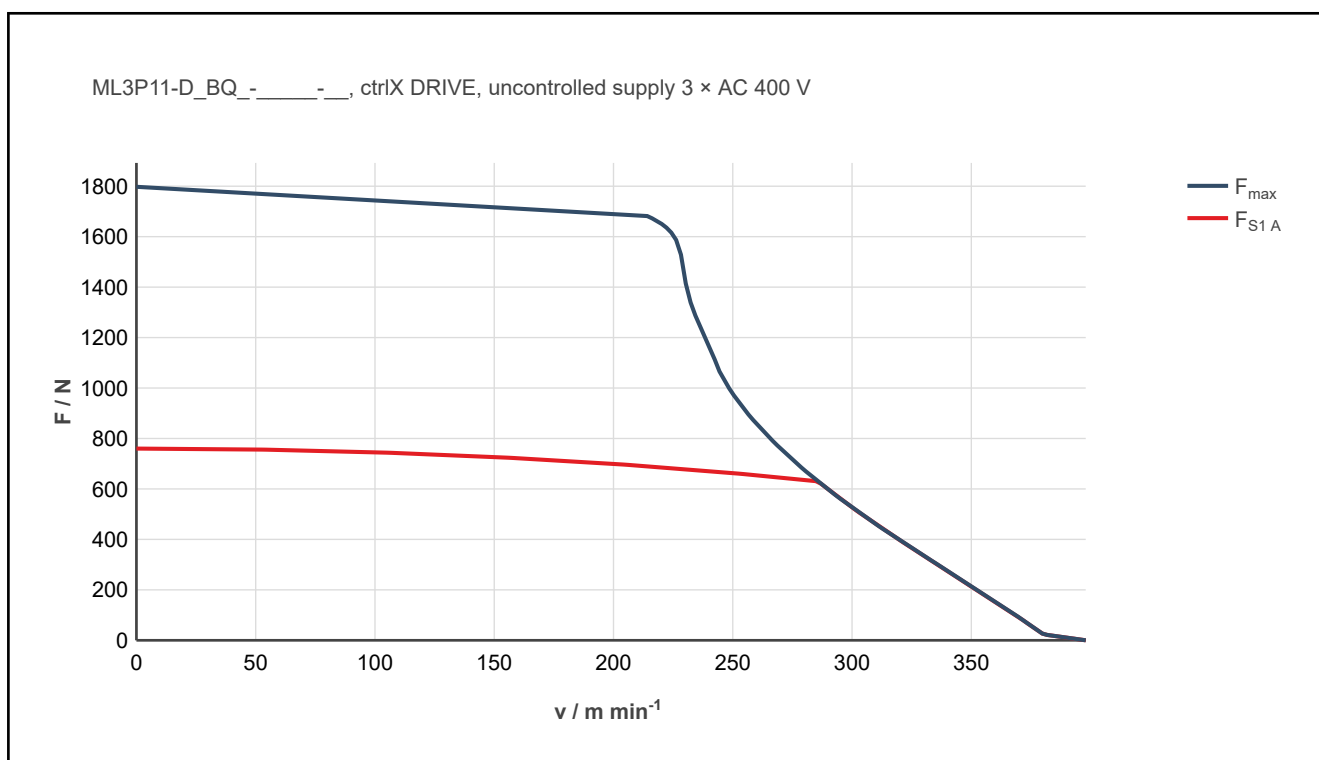


Abb. 4-25: Kennlinie ML3P11-D_BQ

Technische Daten

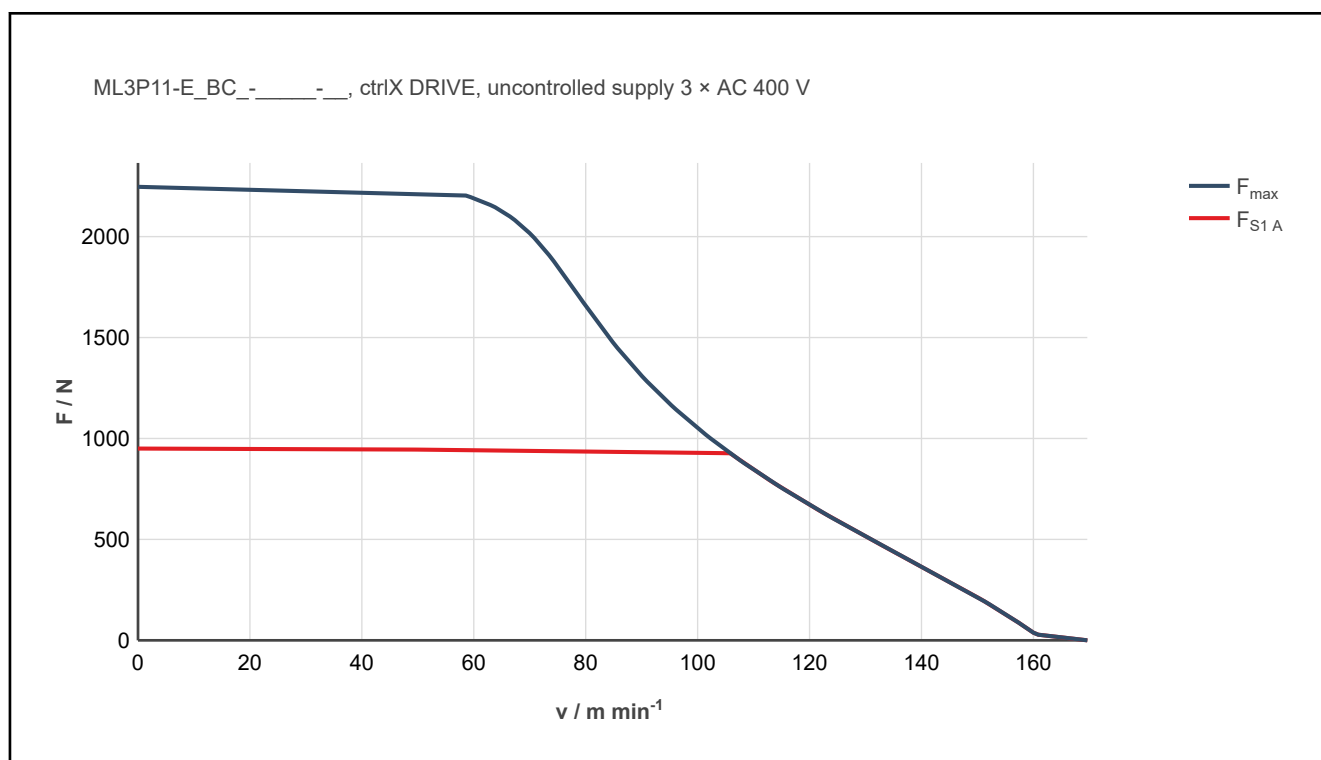


Abb. 4-26: Kennlinie ML3P11-E_BC

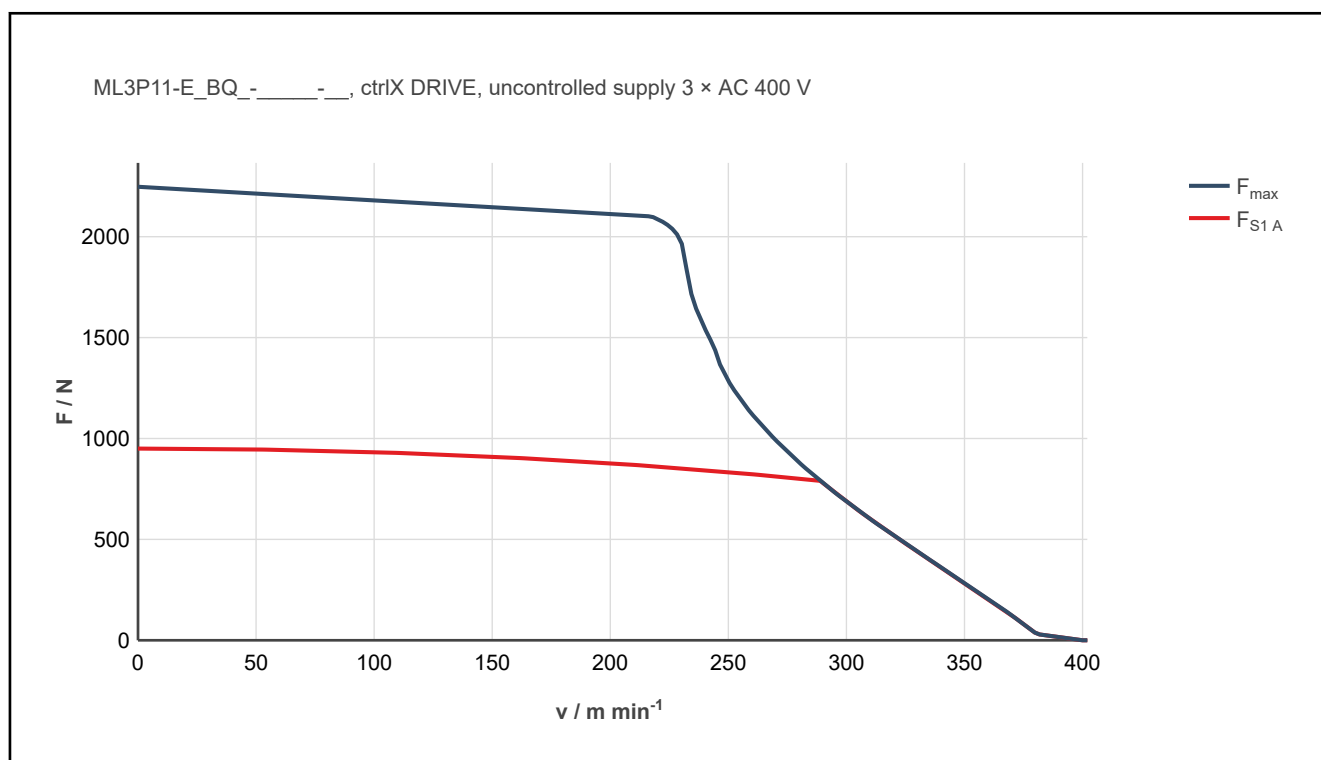


Abb. 4-27: Kennlinie ML3P11-E_BQ

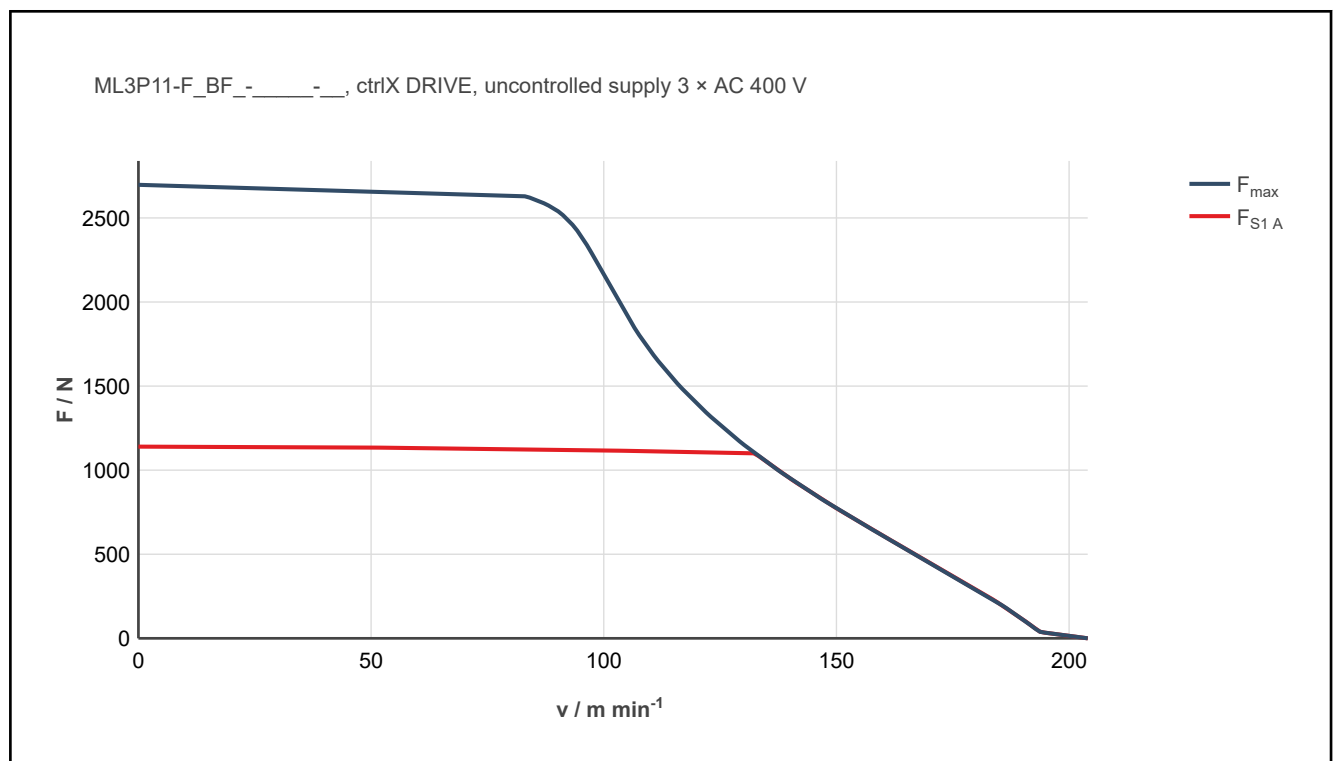


Abb. 4-28: Kennlinie ML3P11-F_BF

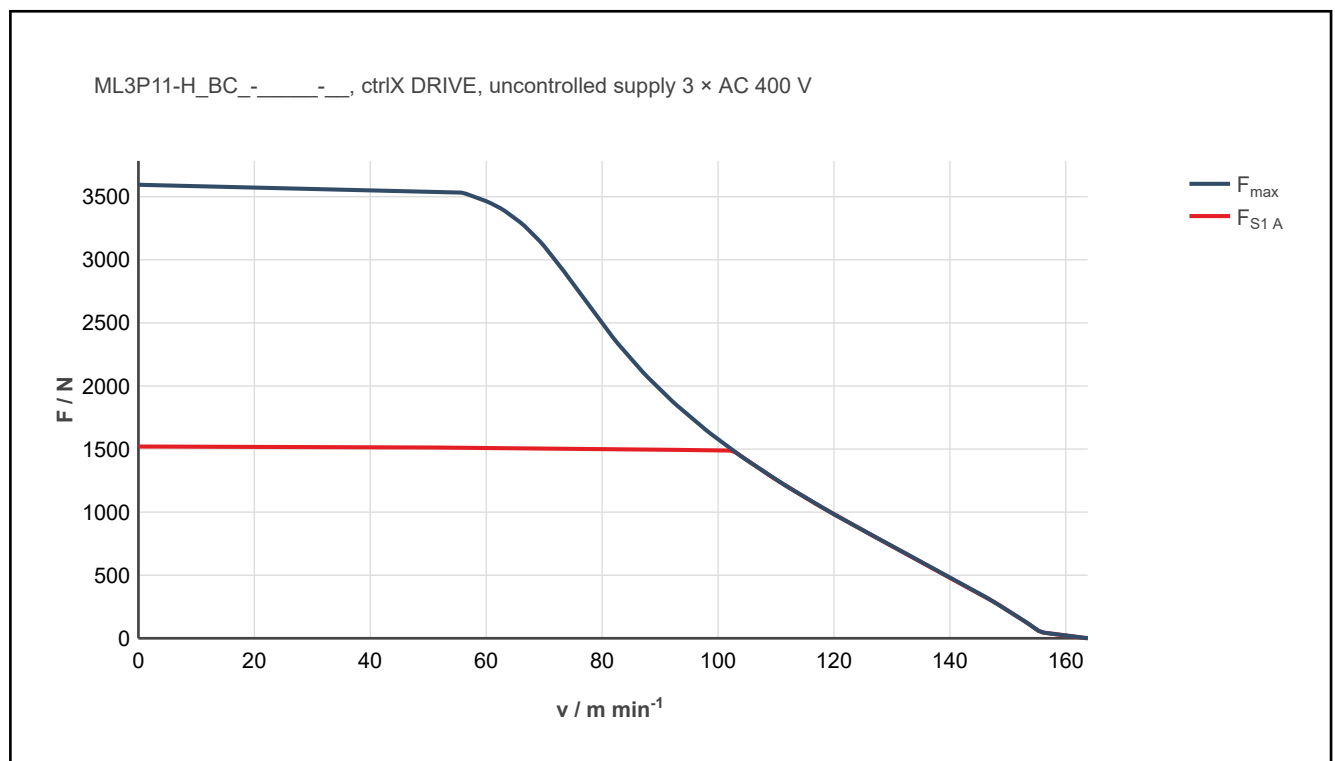


Abb. 4-29: Kennlinie ML3P11-H_BC

Technische Daten

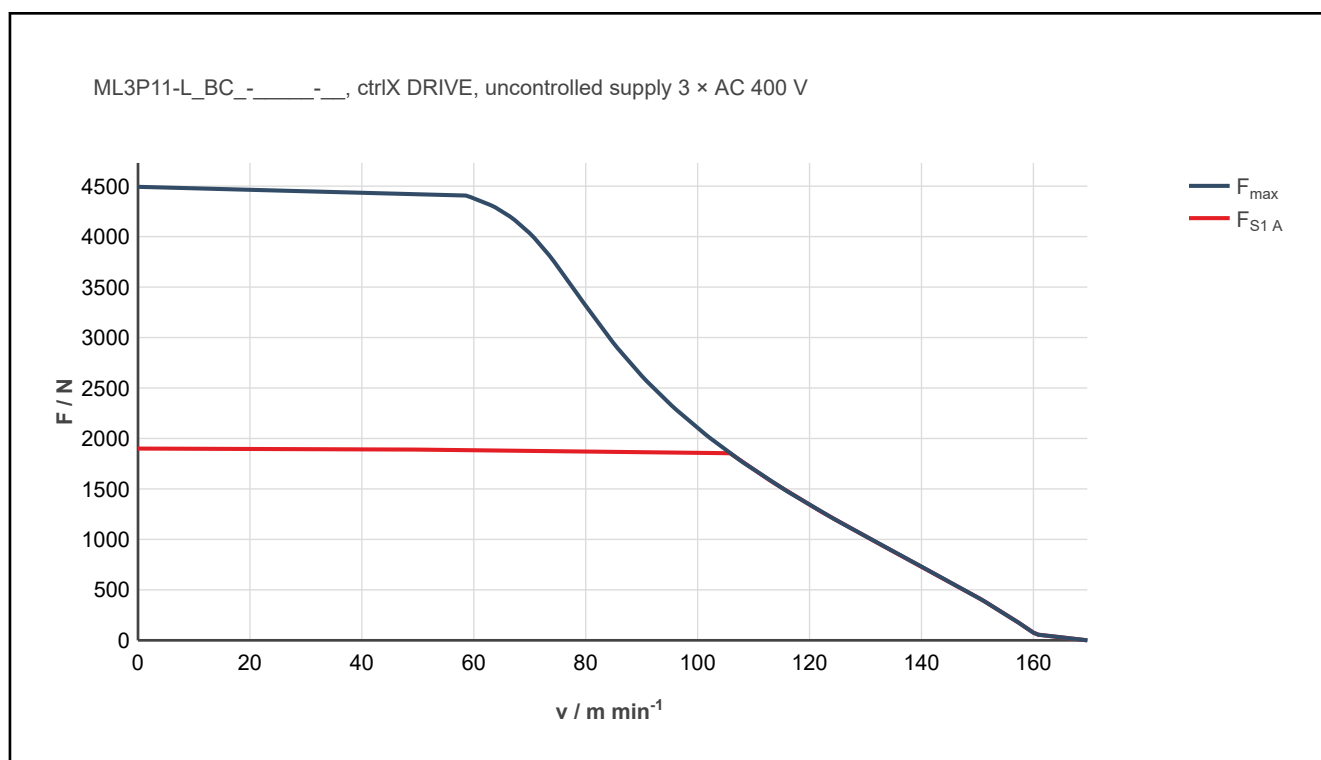


Abb. 4-30: Kennlinie ML3P11-L_BC

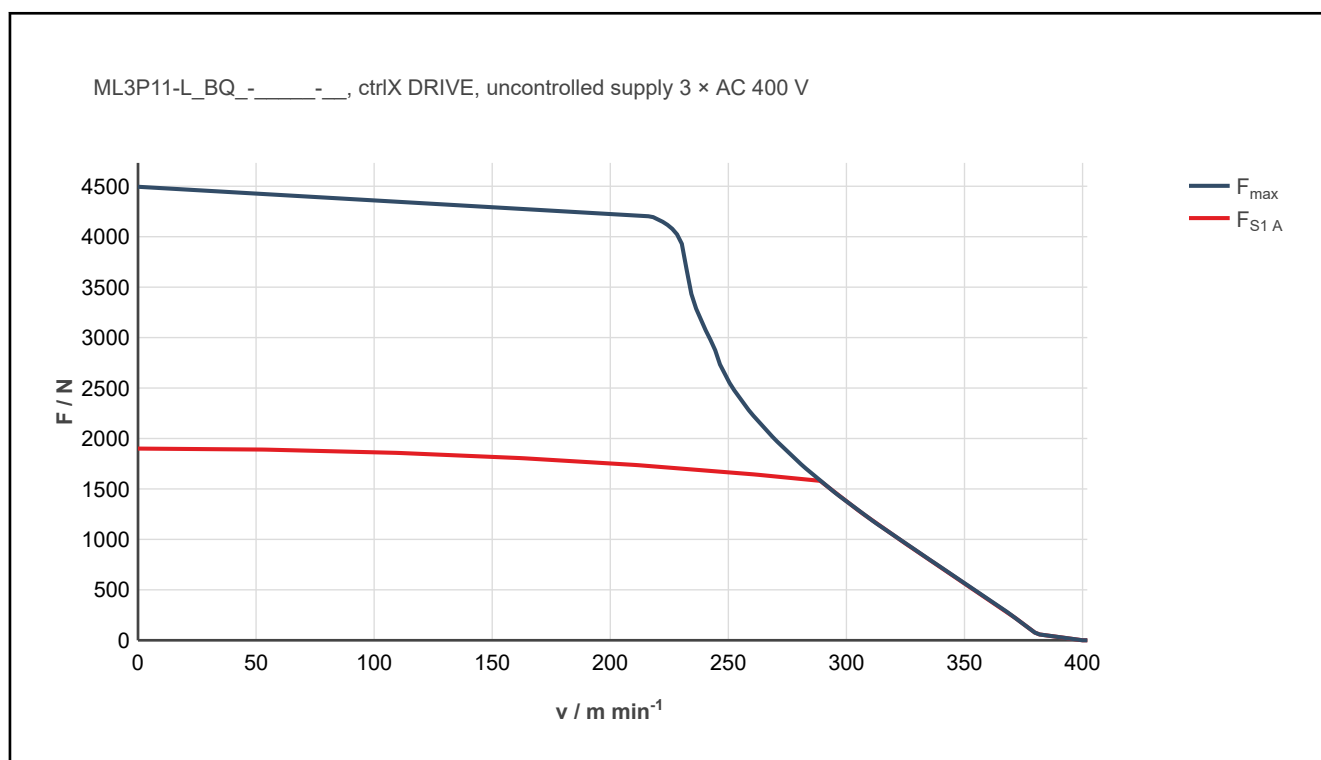


Abb. 4-31: Kennlinie ML3P11-L_BQ

5 Maßblätter

5.1 Maßangaben

5.1.1 Allgemeine Hinweise



Bei der Zusammensetzung und Verwendung der einzelnen von Bosch Rexroth gelieferten Komponenten, sind vom Kunden die Schutzrechte Dritter zu beachten. Für eine etwaige Verletzung solcher Rechte haftet allein der Kunde für den hierdurch entstandenen Schaden.

5.1.2 Luftspalt und Einbauhöhe

Um über den gesamten Verfahrbereich einen sicheren Betrieb und eine konstante Kraft zu gewährleisten, muss ein Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil vorhanden sein. Hierzu sind die Einzelteile des Motors entsprechend toleriert. Der Abstand der Montagefläche, die Parallelität sowie die symmetrische Ausrichtung von Primär- und Sekundärteil des Linearmotors in der Maschine müssen innerhalb einer bestimmten Toleranz über dem gesamten Verfahrweg liegen. Dabei sind eventuelle Verformungen resultierend aus Gewichts-, Anziehungs- und Prozesskräften zu berücksichtigen.



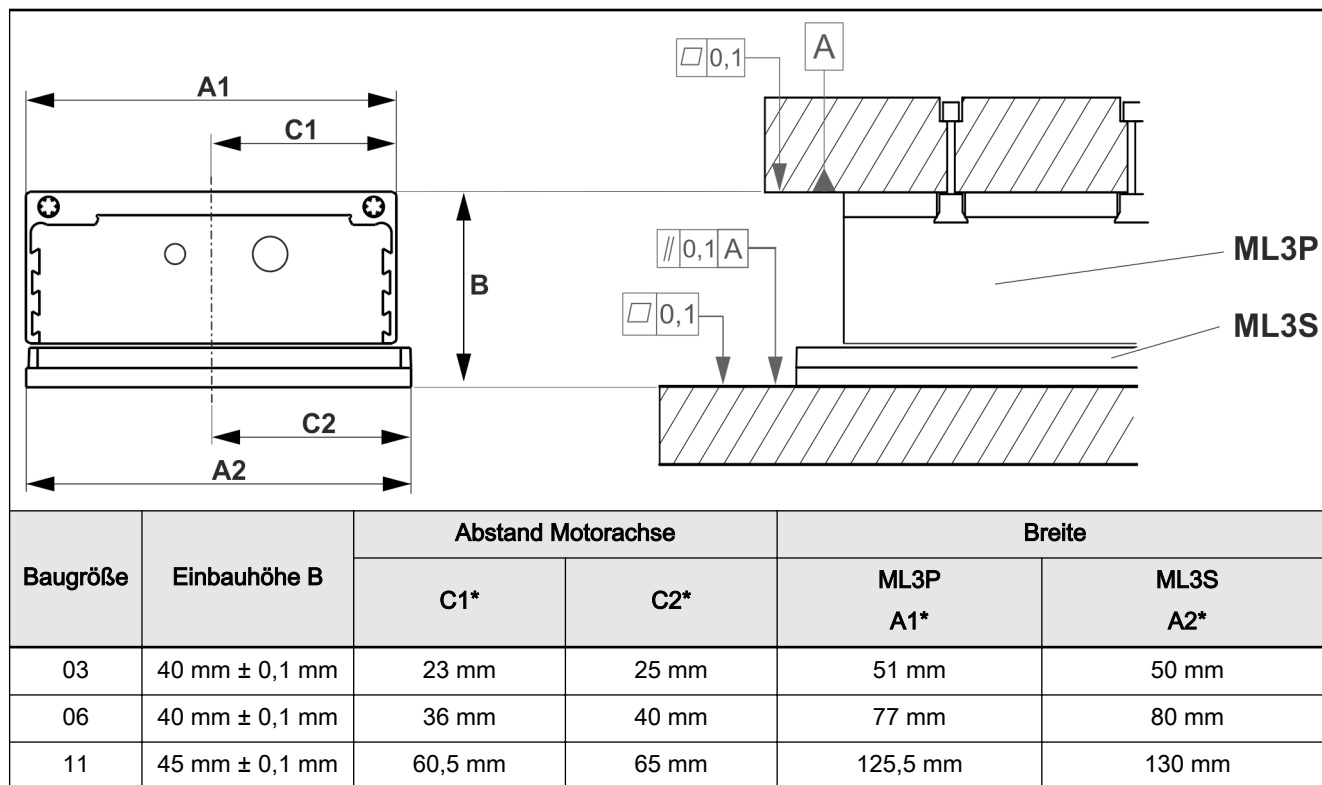
Die vorgegebenen Einbaumaße mit den entsprechenden Toleranzen sind vom Anwender unbedingt über den kompletten Verfahrweg einzuhalten. Bei zu geringem Luftspalt kommt es gegebenenfalls zum Kontakt des Primärteils mit dem Sekundärteil und somit zur Beschädigung oder Zerstörung der Motorkomponenten.

Zum Einbau der Motoren in die Maschinenkonstruktion wird von Bosch Rexroth eine definierte Einbaulage mit Toleranzen vorgegeben. Dadurch wird zwangsläufig der Luftspalt in den vorgegebenen Maßen und Toleranzen - auch bei Tausch einzelner Motorkomponenten - eingehalten.



Bei langen Strecken, kann es erforderlich sein, die Auflageflächen der Motorkomponenten direkt vom montierten Schlitten aus zu bearbeiten.

5.1.3 Einbaumaße und Toleranzen



*) Toleranzangaben siehe Maßblatt
 Tab. 5-1: Einbaumaße und Toleranzen (Bildbeispiel Baugröße 06)



Die vorgegebenen Einbaumaße mit den entsprechenden Toleranzen sind vom Anwender unbedingt über den kompletten Verfahrensweg einzuhalten.

5.1.4 Parallelität und Symmetrie von Maschinenteilen

Bevor Primär- und Sekundärteil montiert werden können, müssen Teile der Maschine zueinander ausgerichtet werden. Insbesondere der Maschinenschlitten muss zum Maschinenbett in eine definierte Lage gebracht werden. Beim Ausrichten müssen neben den Einbaumaßen weitere Toleranzen bzgl. Parallelität und Symmetrie eingehalten werden.

Voraussetzung für die Einhaltung der Toleranzen ist, dass bereits das Positionieren der Befestigungsbohrungen bzw. -gewinde für Primärteil und Sekundärteil in der Maschine nach den Maßangaben im jeweiligen Maßblatt durchgeführt wird. Die Ausrichtung der Motorkomponenten hat nach [Abb. 5-1](#) zu erfolgen.

Weitere Hinweise zur Montage von Primär- und Sekundärteil finden Sie im [Kapitel Montage](#).

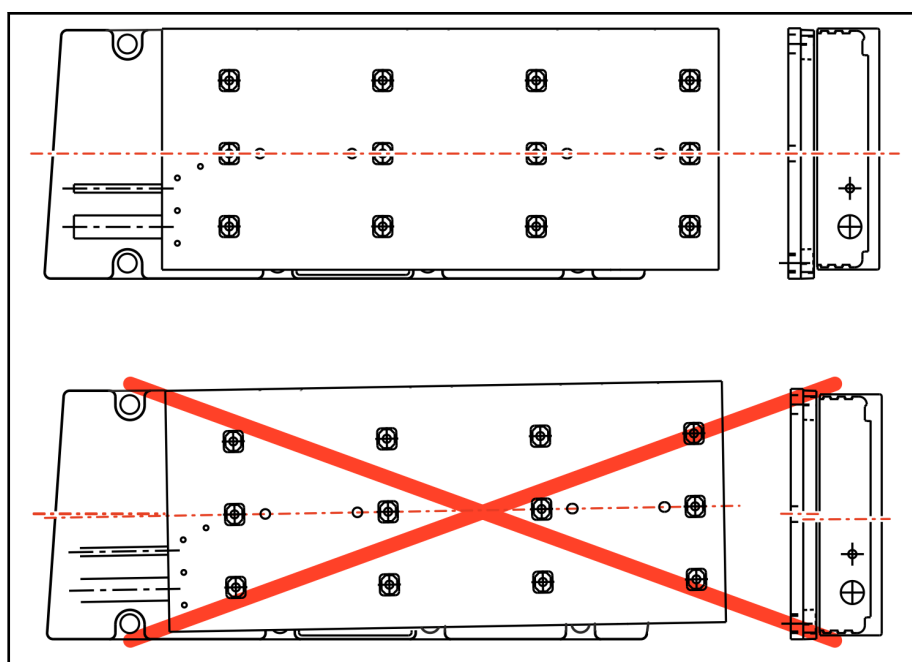


Abb. 5-1: Parallelität und Symmetrie zwischen Primärteil und Sekundärteil

5.2 Baugröße 03

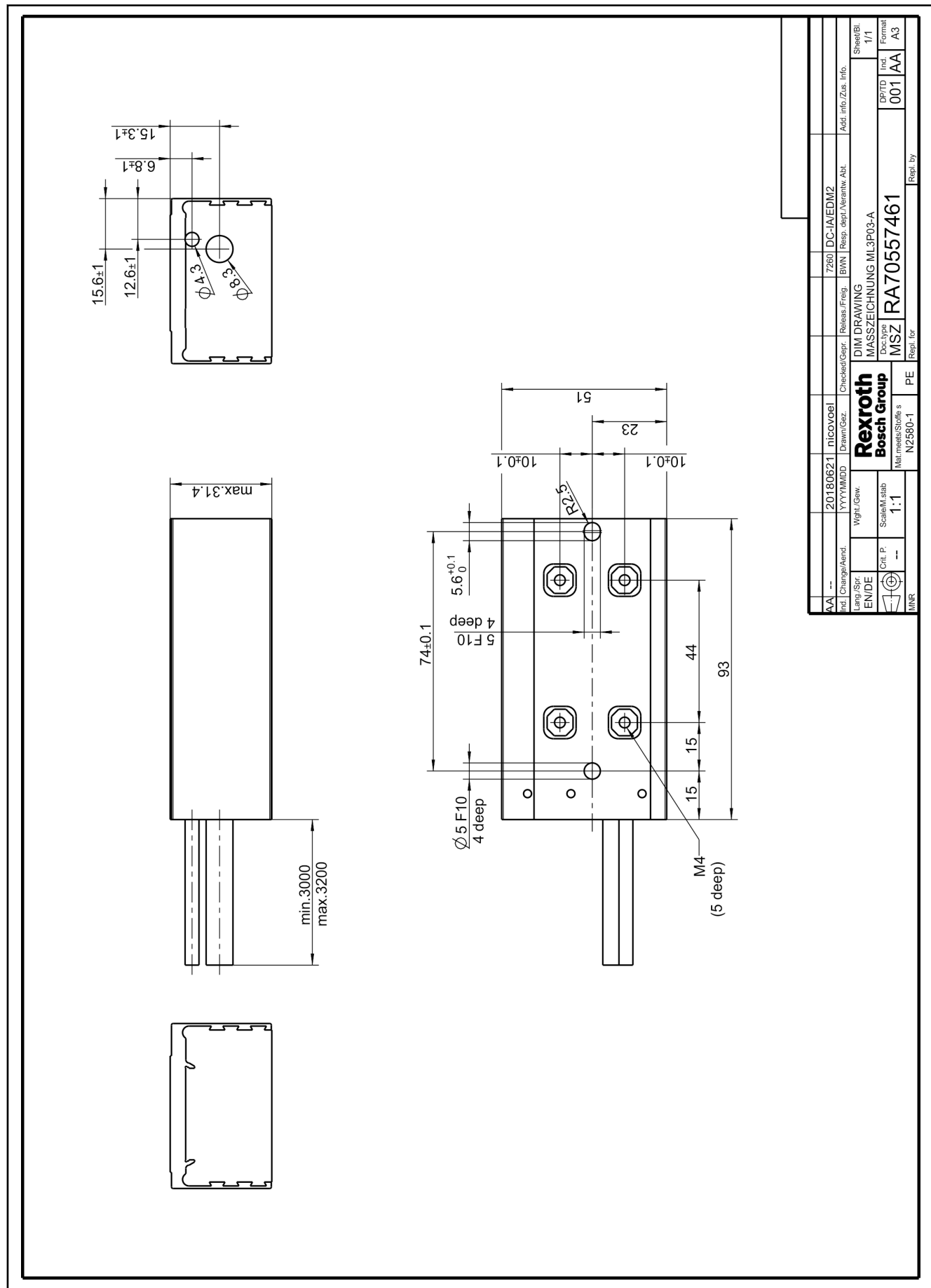
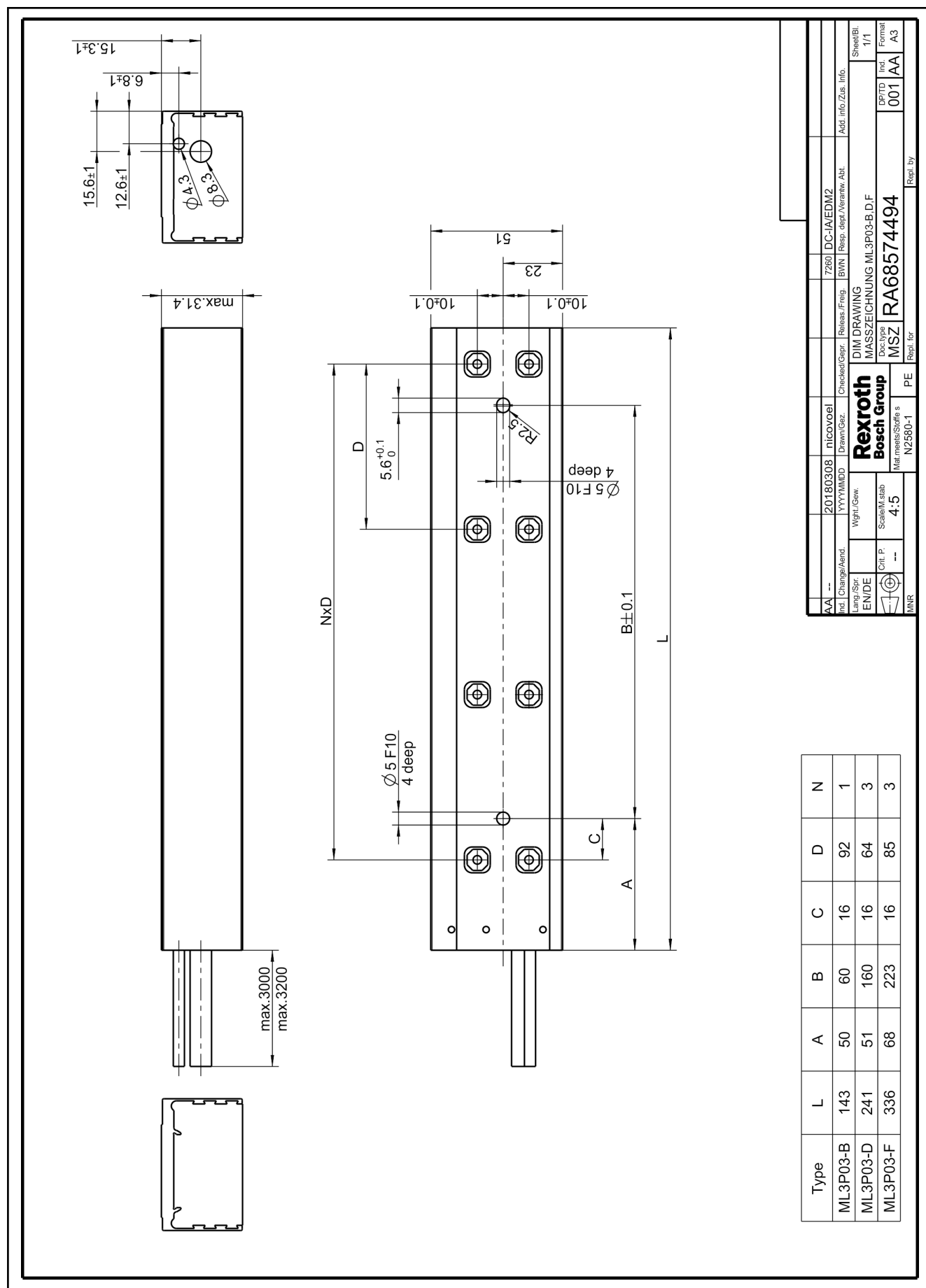


Abb. 5-2:

Maßblatt Primärteil ML3P03-A



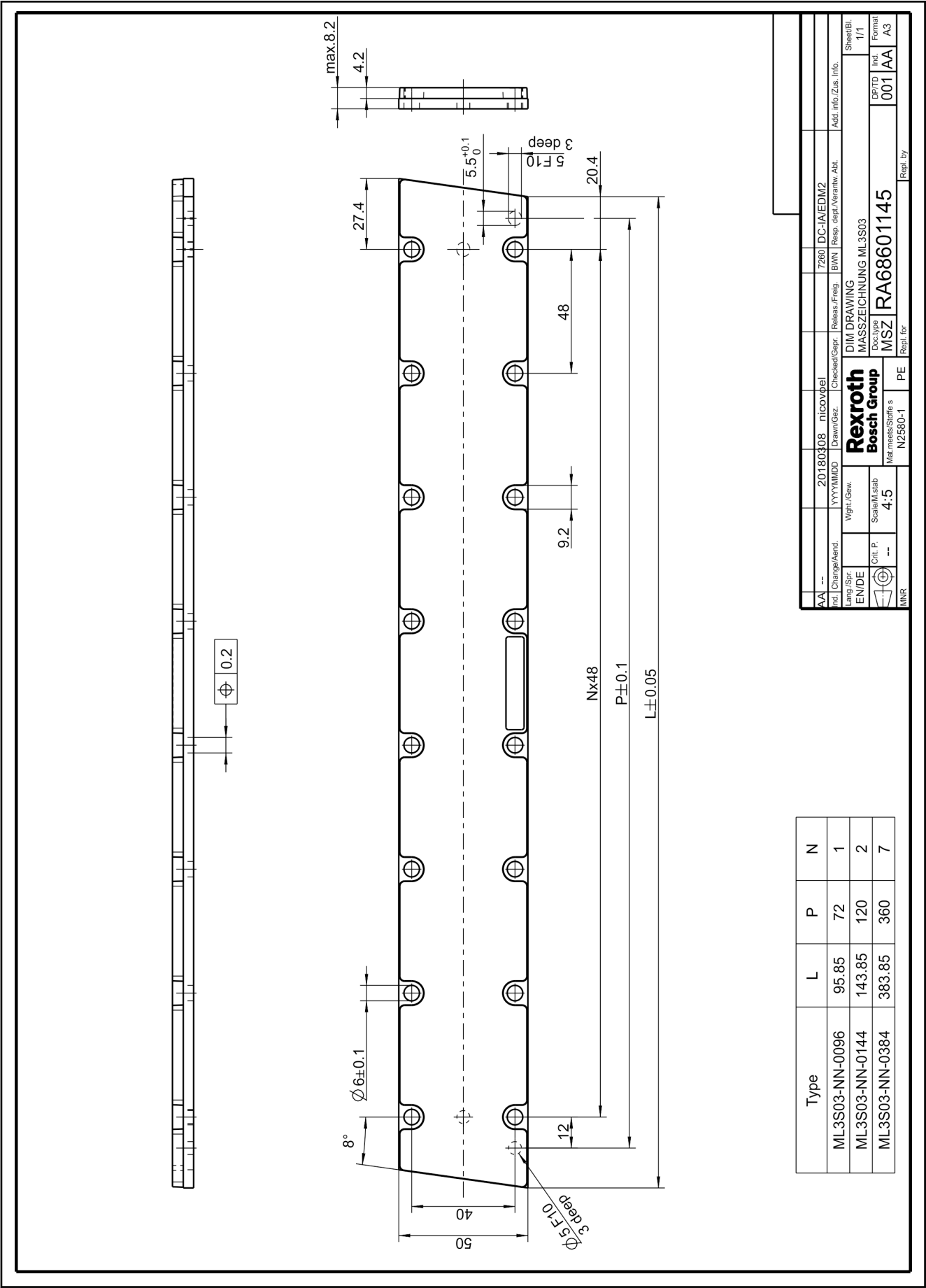


Abb. 5-4: Maßblatt Sekundärteil ML3S03

5.3 Baugröße 06

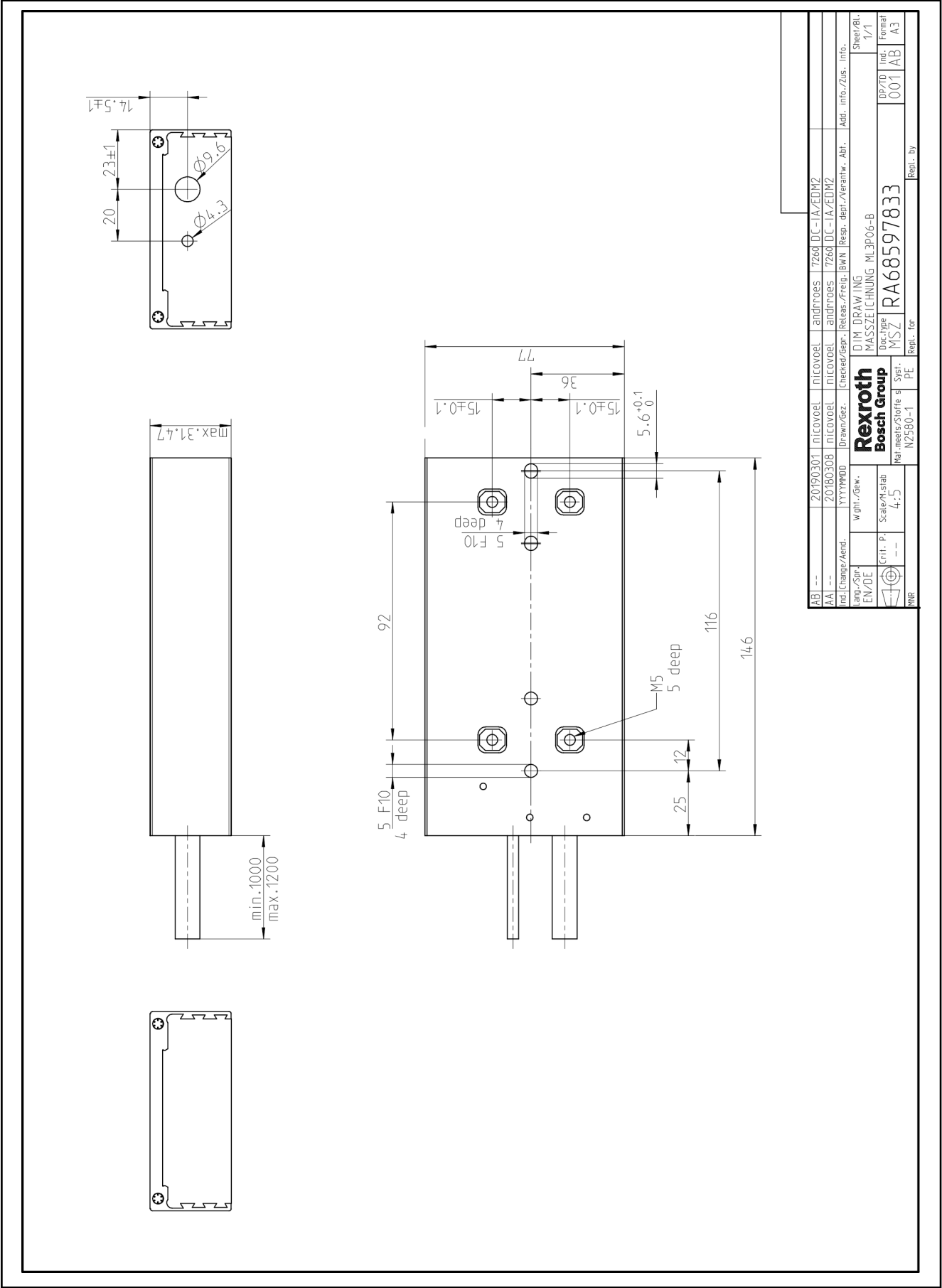
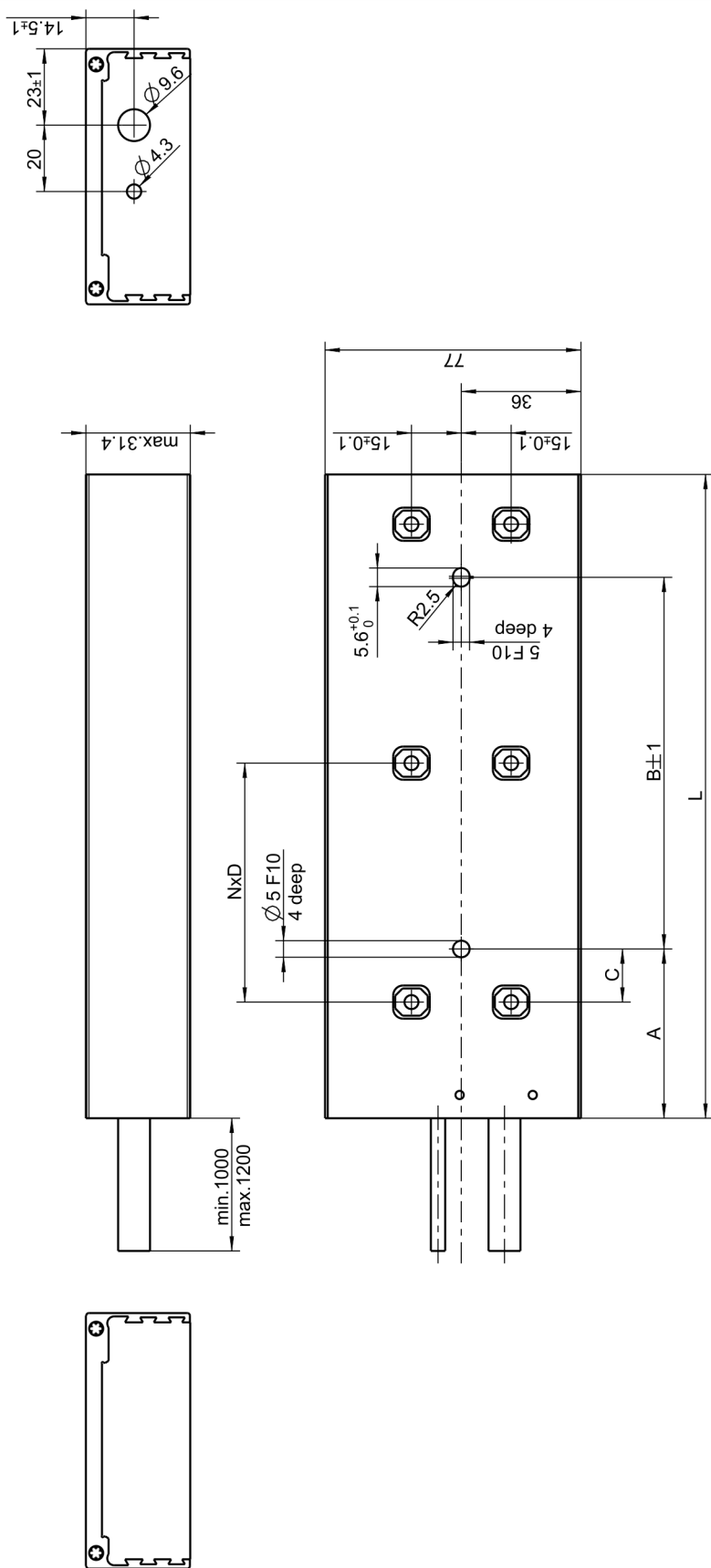


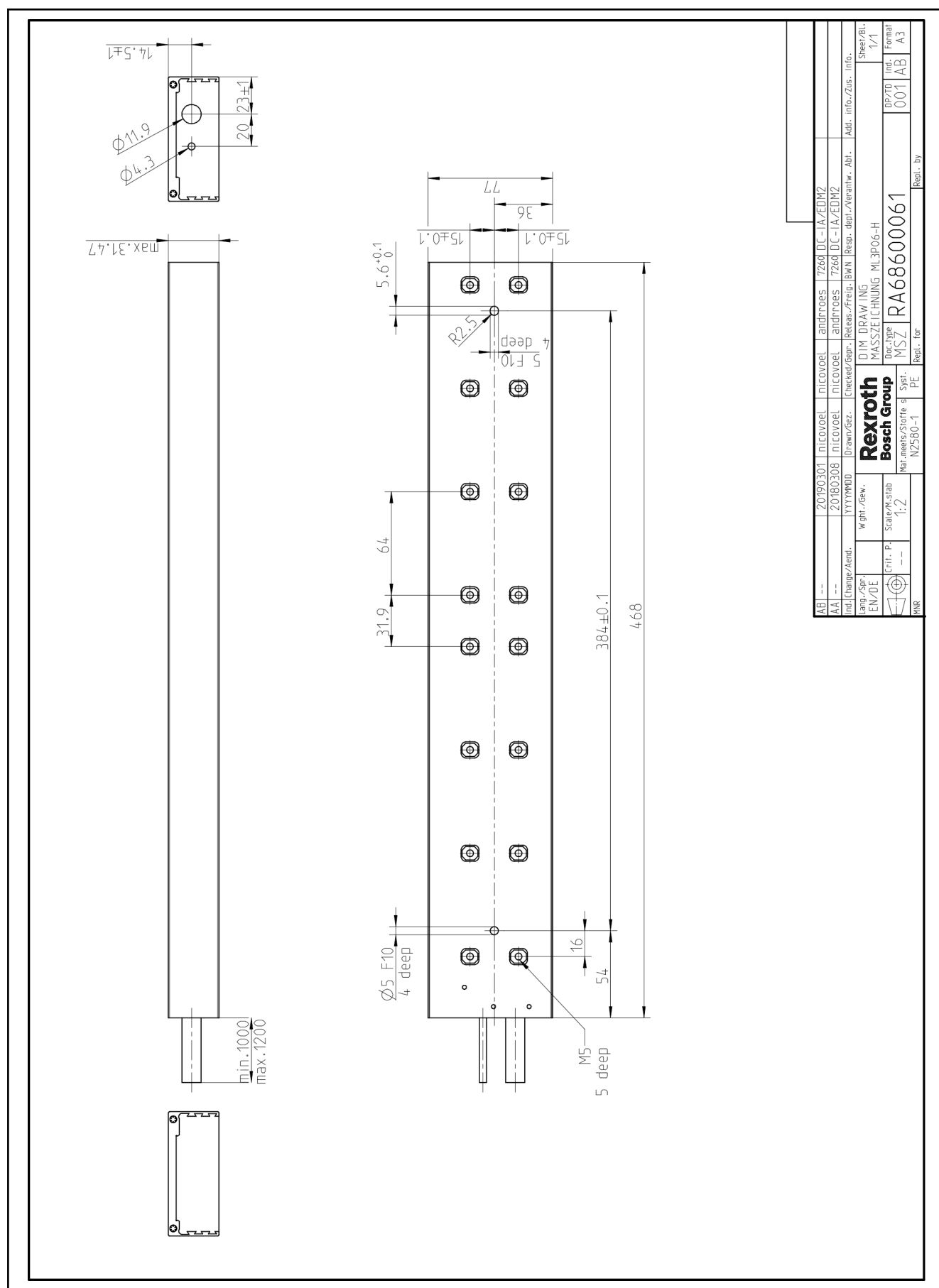
Abb. 5-5: Maßblatt Primärteil ML3P06-B

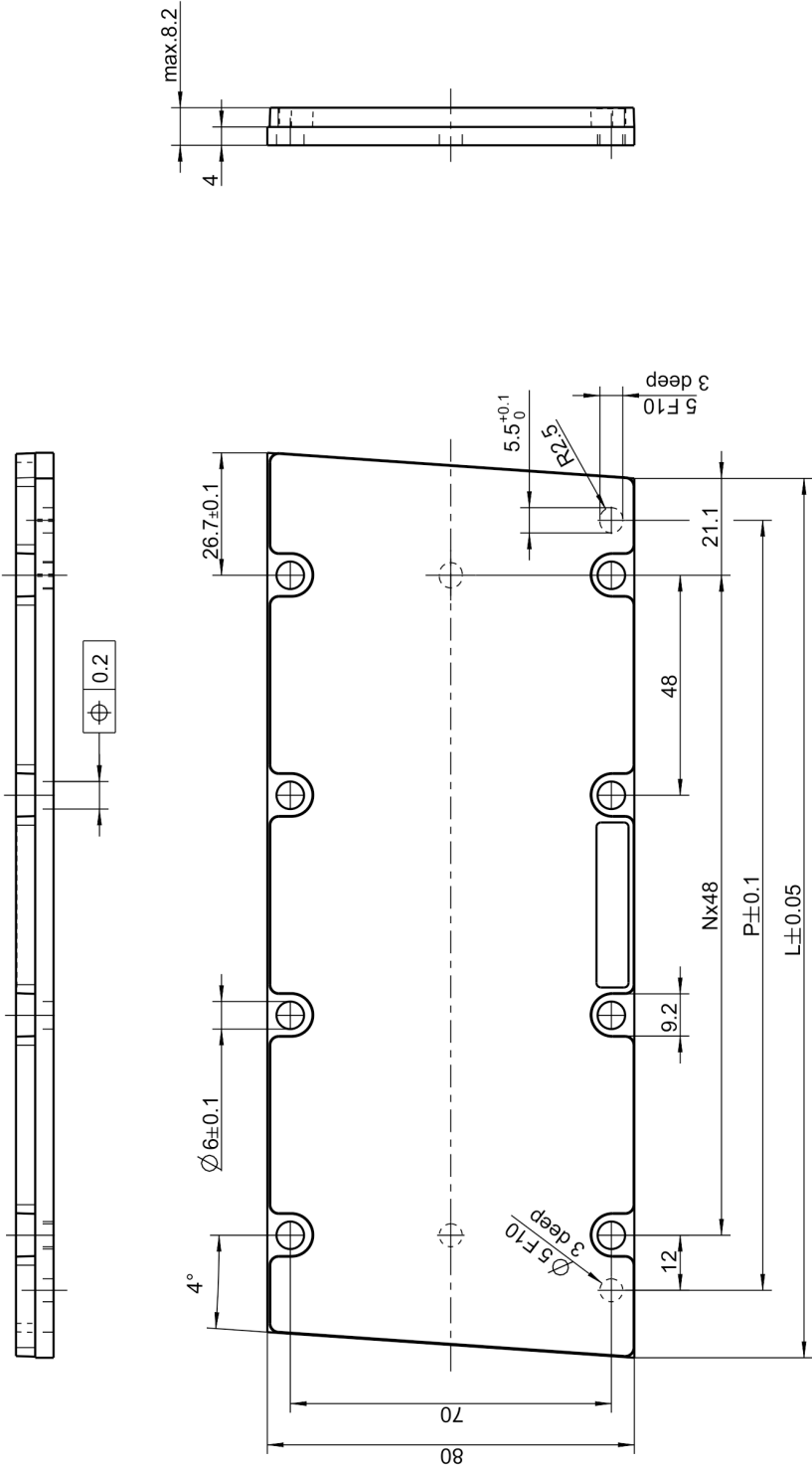


Type	L	A	B	C	D	N
ML3P06-C	194	51	112	16	72	3
ML3P06-D	244	54	160	16	64	3
ML3P06-E	290	51	208	16	80	3
ML3P06-F	336	68	223	16	85	3

[illegible]

Abb. 5-6: Maßblatt Primärteil ML3P06-C/D/E/F





Type	L	P	N
ML3S06-NN-0192	191.85	168	3
ML3S06-NN-0288	287.85	264	5

AA	--	20180308	nicovoei	Drawn/Gez.	Checked/Gepr.	Released/Freig.	BWN	Resp. dept./Verantw. Abt.	DC-IA/EDM2	Add. info./Zus. Info.
Langf./Spr.	EN/DE	Wght./Gew.	Scale/M. stab	1:1	Mat. meas./Stoffe s	NZ580-1	PE	Repl. for	Repl. by	Sheet Bl.
EN/DE	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1/1
EN/DE	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	001 AA
EN/DE	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	A3

Abb. 5-8: Maßblatt Sekundärteil ML3S06

5.4 Baugröße 11

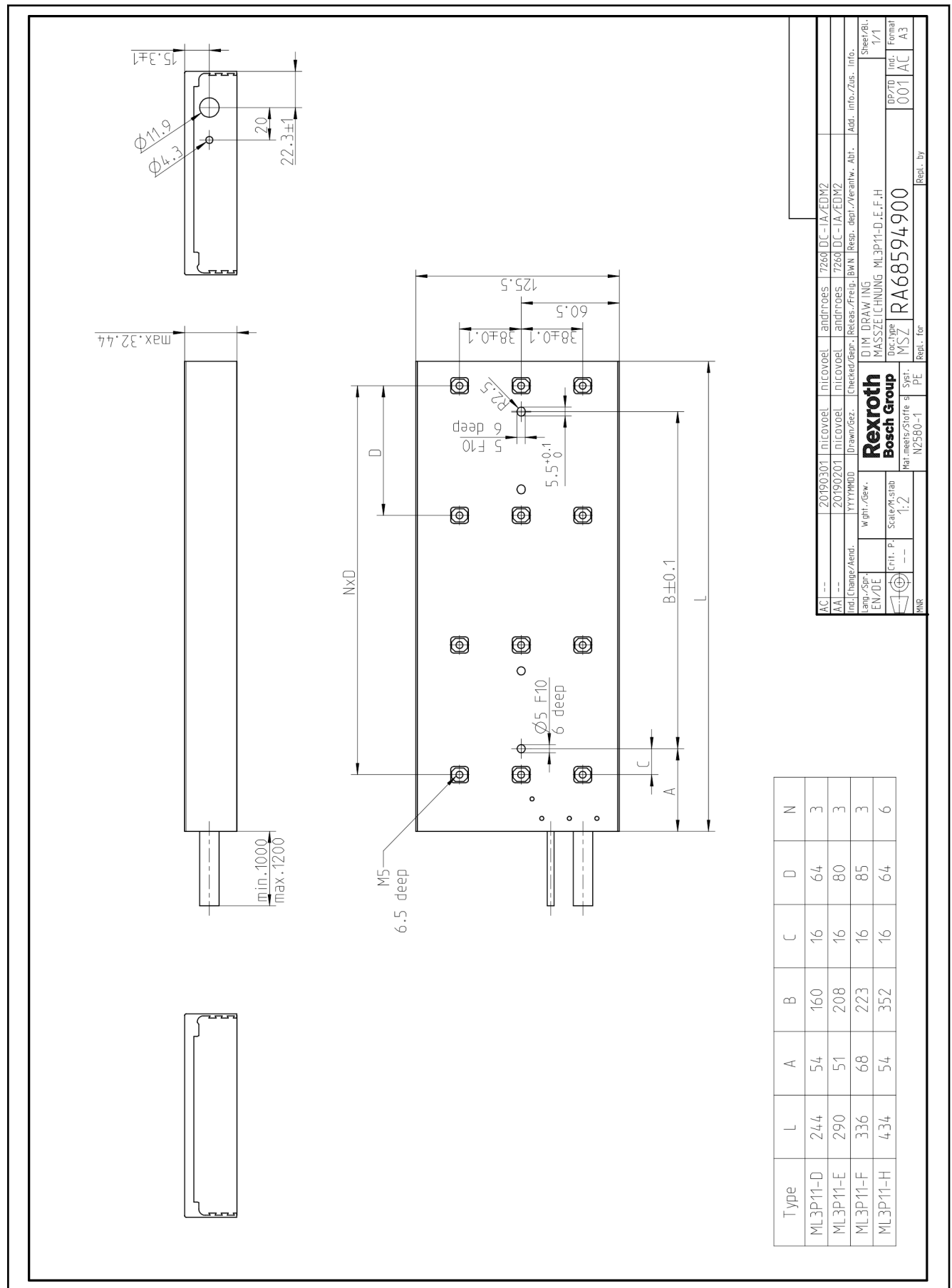


Abb. 5-9: Maßblatt Primärteil ML3P11 Baulänge D, E, F, H

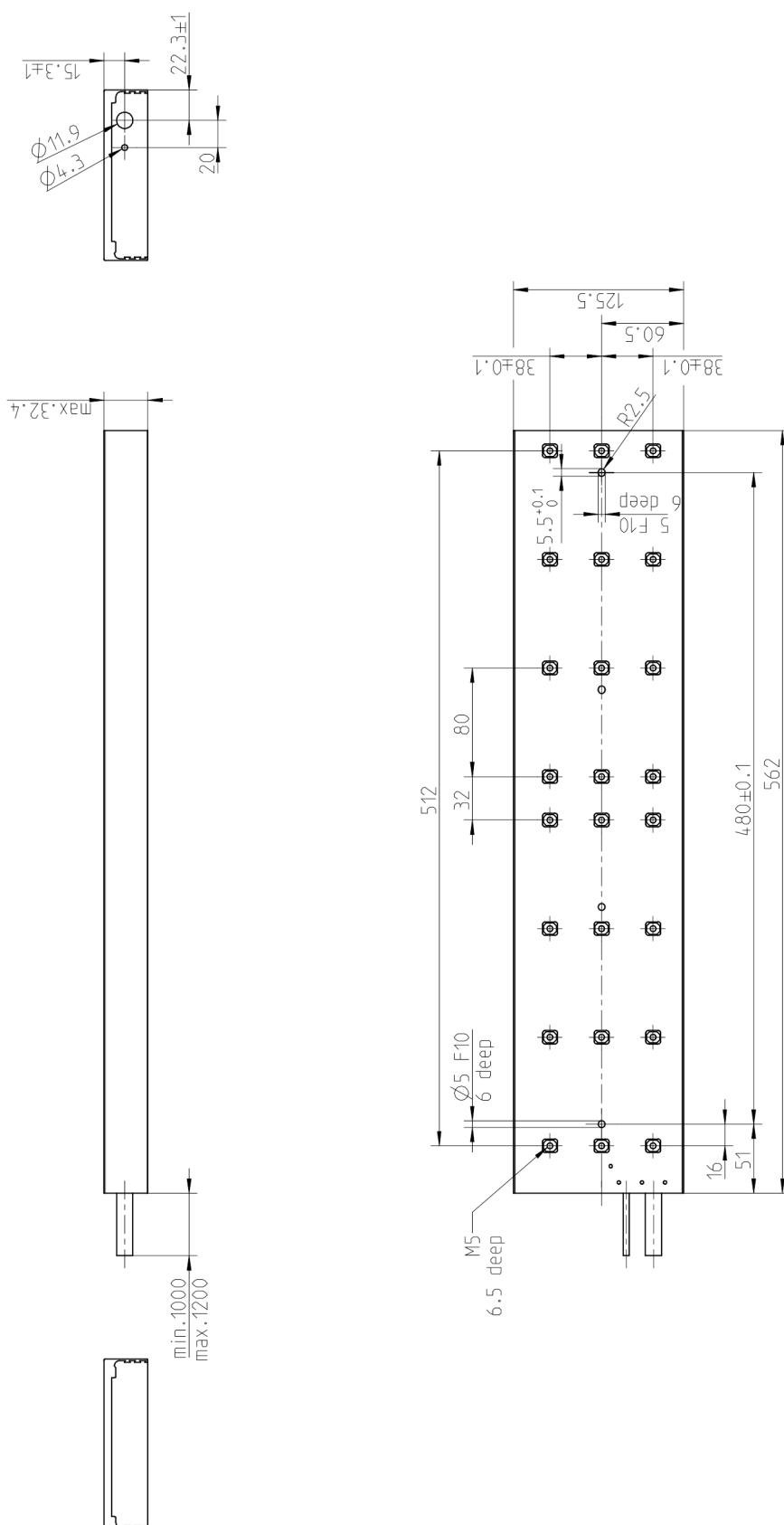
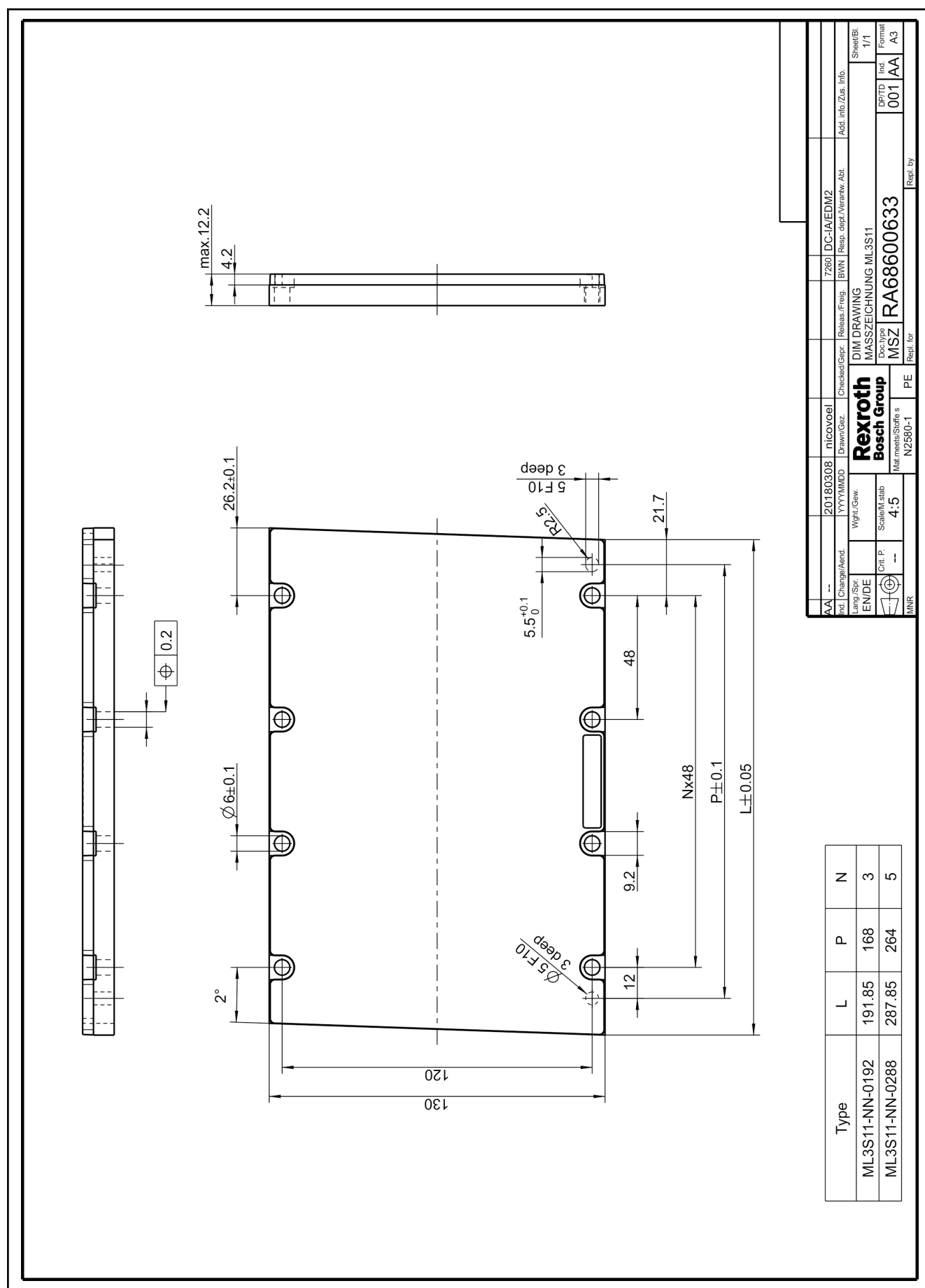
[illegible]

Abb. 5-10: Maßblatt Primärteil ML3P11 Baulänge L



5.5 Analoge Halleinheit (Option)

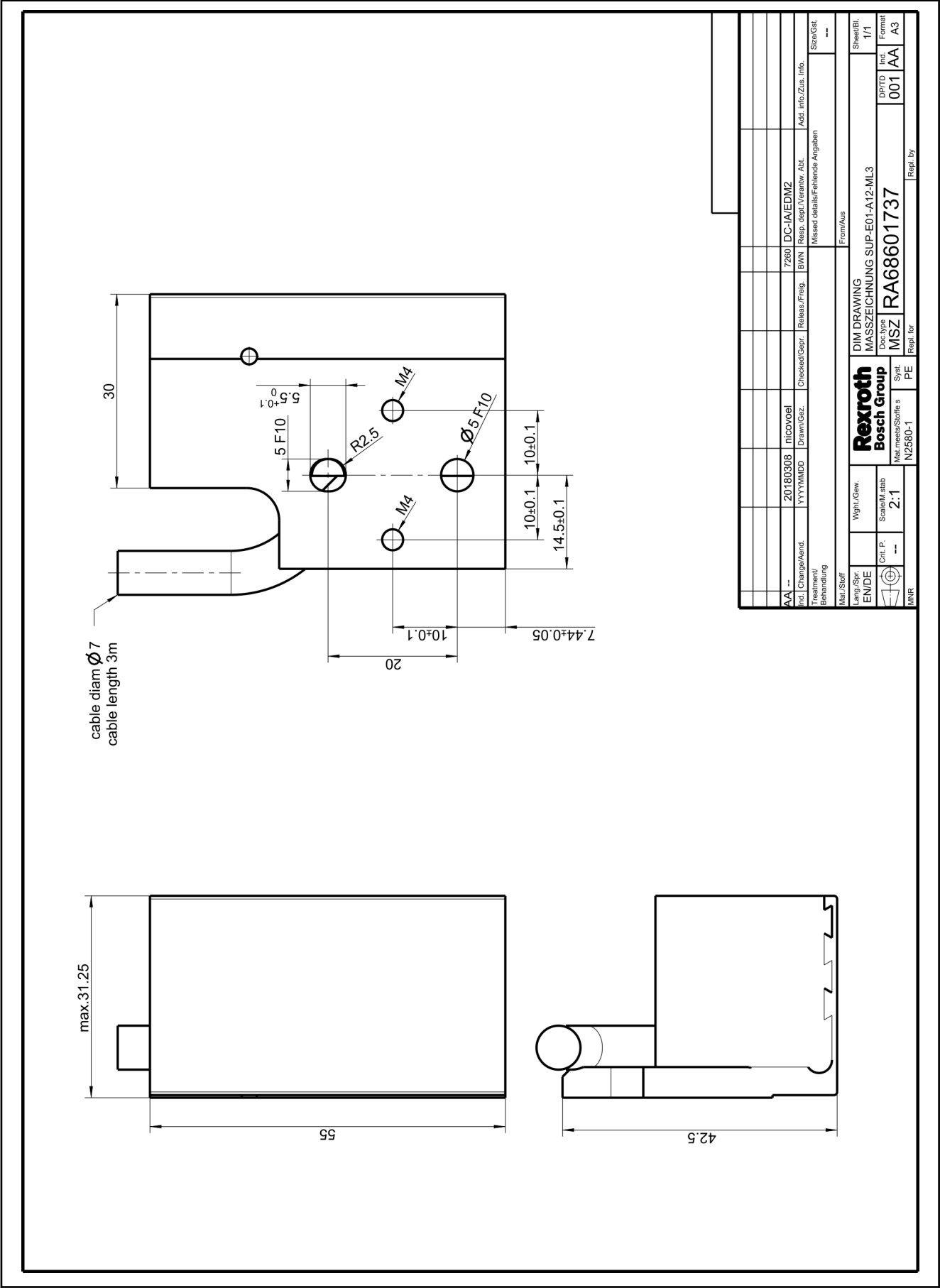


Abb. 5-12: Maßblatt analoge Halleinheit

5.6 Digitale Halleinheit (Option)

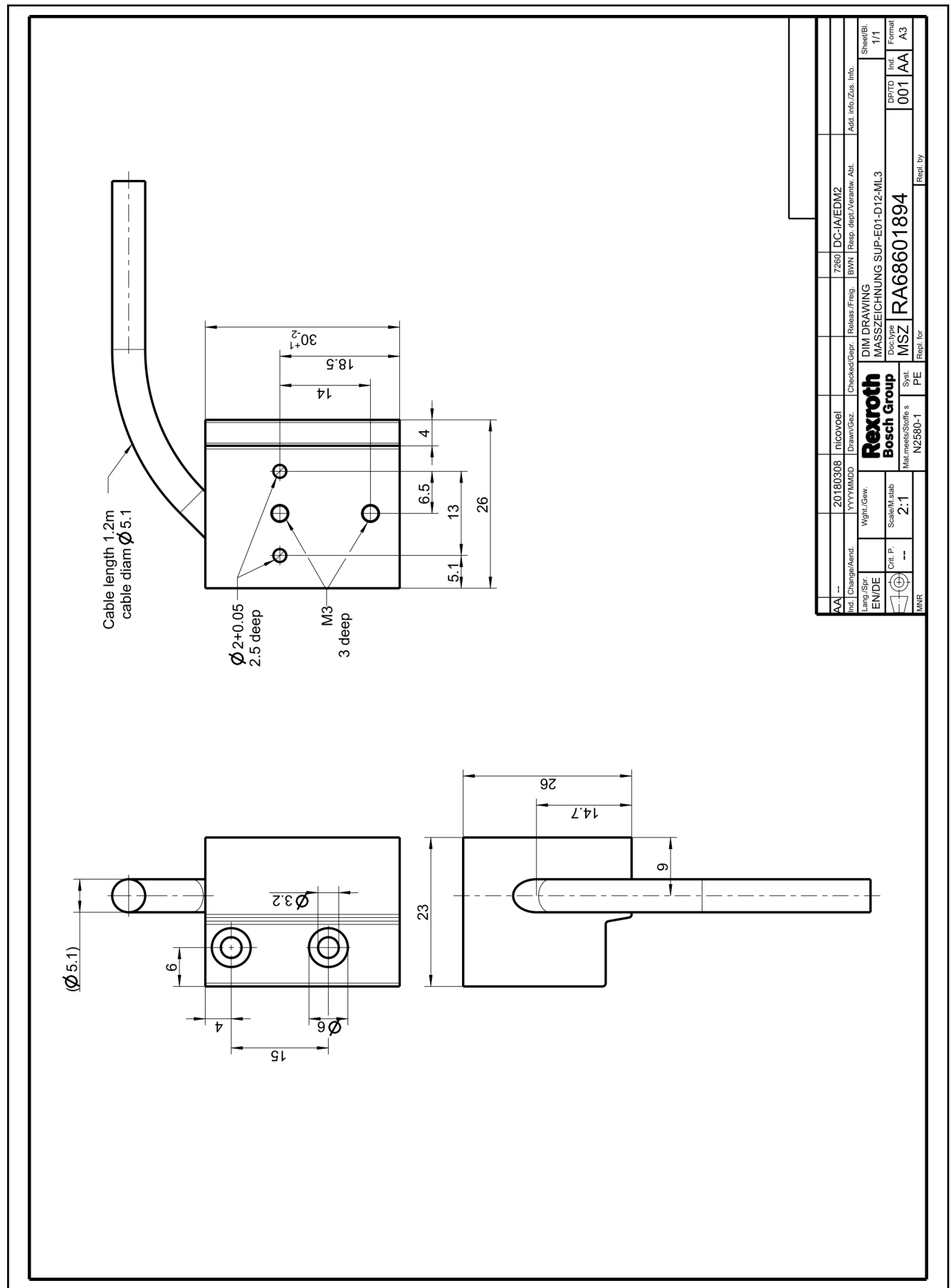


Abb. 5-13: Maßblatt digitale Halleinheit

6 Produktinformation

6.1 Typenschlüssel

6.1.1 Allgemeines

Der Typenschlüssel beschreibt die lieferbaren Motorvarianten und ist die Grundlage für die Produktauswahl und -bestellung bei Bosch Rexroth. Dies gilt sowohl für Neuware als auch für Ersatzteile und Reparaturen.

ML3-Linearmotoren von Rexroth bestehen aus den Baugruppen "Primärteil" und "Sekundärteil". Der Typenschlüssel ist geteilt in "Typenschlüssel Primärteil ML3P..." und "Typenschlüssel Sekundärteil ML3S...".

Nachfolgende Beschreibungen geben einen Überblick über die einzelnen Stellen der Typenschlüssel ("Kurztext-Spalte") und deren Bedeutung. Die Typenschlüssel zu einer bestimmten Baugröße finden Sie nachfolgend in diesem Kapitel.

6.1.2 Typenschlüssel Primärteil ML3P...

Produkt	Beispiel: ML3 □□□-□□□□□-□□□□□-□□ ML3 = Produktbezeichnung
Komponente	Beispiel: ML3P □□-□□□□□-□□□□□-□□ P = Primärteil eines ML3-Motors
Baugröße	Beispiel: ML3P03 -□□□□□-□□□□□-□□ Die Baugröße leitet sich aus mechanischen Abmessungen des Motors ab und steht stellvertretend für unterschiedliche Leistungsgrößen.
Baulänge	Beispiel: ML3P03-A □□□□-□□□□□-□□ Innerhalb einer Baureihe erfolgt die Abstufung zunehmender Primärteilaubau- längen durch Kennbuchstaben. Mit zunehmender Baulänge ergibt sich eine höhere Nennkraft des Motors.
Bauform	Beispiel: ML3P03-AN □□□-□□□□□-□□ N = Standardbauform
Wicklung	Beispiel: ML3P03-ANBW □-□□□□□-□□ Die zweistellige Buchstabenkombination bezeichnet die Geschwindigkeit, die für die jeweilige Wicklungsvariante gilt. Beispiel: Wicklung " BW " steht für eine Maximalgeschwindigkeit von $v_{\max} =$ 720 m/min. Bezugsgröße ist eine Zwischenkreisspannung von 540 V _{DC} .
Kühlart	Beispiel: ML3P03-ANBWN -□□□□□-□□ N = Selbstkühlung
Sensorik	Beispiel: ML3P03-ANBWN-B □□□□-□□ B = Standard PTC110-EK und KTY83-122
Elektrischer Anschluss	Beispiel: ML3P03-ANBWN-BA □□□-□□ A = 2 Kabel (Leistung und Sensorik separat)
Kabelauführung	Beispiel: ML3P03-ANBWN-BAF □□-□□ F = Schleppkettentaugliches Kabel
Sonstige Ausführung	Beispiel: ML3P03-ANBWN-BAFNN -□□ NN = Keine sonstige Ausführung
Sonderausführung	Beispiel: ML3P03-ANBWN-BAFNN-NN NN = Keine Sonderausführung

6.1.3 Typenschlüssel Sekundärteil ML3S...

Produkt	Beispiel: ML3 □□□-□□-□□□□-□□ ML3 = Produktbezeichnung
Komponente	Beispiel: ML3S □□-□□-□□□□-□□ S = Sekundärteil eines ML3-Motors
Baugröße	Beispiel: ML3S03 -□□-□□□□-□□ Die Baugröße leitet sich aus mechanischen Abmessungen des Motors ab und steht stellvertretend für unterschiedliche Leistungsgrößen.
Bauform	Beispiel: ML3S03-NN -□□□□-□□ NN = Standardbauform
Segmentlänge	Beispiel: ML3S03-NN-0096 -□□ 0096 = Sekundärteillänge in mm
Sonderausführung	Beispiel: ML3S03-NN-0096-NN NN = Keine Sonderausführung

6.1.4 ML3P03

Typkurzbezeichnung		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4		
Beispiel:		M	L	3	P	0	3	-	D	N	B	W	N	-	B	A	F	N	N	-	N	N																				
01	Produkt																																									

6.1.6 ML3P06

Typkurzbezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4									
Beispiel:	M	L	3	P	0	6	-	D	N	B	R	U	-	B	A	N	N	N	-	N	N																											
01 Produkt																																																
ML3..... = ML3																																																
02 Komponente																																																
Primärteil = P																																																
03 Baugröße																																																
60..... = 06																																																
04 Baulängen ^{a)}																																																
Baulängen = B, C, D, E, F, H																																																
05 Bauform																																																
Standard = N																																																
06 Wicklung ^{a)}																																																
150 m/min..... = BC																																																
210 m/min..... = BK																																																
420 m/min..... = BR																																																
07 Kühllart																																																
Universal..... = U																																																
08 Sensorik																																																
Standard PTC-1k + KTY83-122 = B																																																
09 Elektrischer Anschluss																																																
2 Kabel (Leistung/Sensorik separat) = A																																																
10 Kabelausführung																																																
Standardkabel = N																																																
11 Sonstige Ausführung																																																
Keine = NN																																																
12 Sonderausführung																																																
Keine = NN																																																

DCCS 40059-6 : 2017-07-12

Abb. 6-4: Typenschlüssel ML3P06 (1/2)

Hinweis:

a) Verfügbare Kombinationen

•	verfügbar	-	nicht verfügbar
---	-----------	---	-----------------

Baulänge	Wicklung		
	BC	BK	BR
B	-	•	•
C	•	-	•
D	-	•	•
E	-	•	•
F	-	•	•
H	-	•	•

DCCS 40059-6 : 2017-07-12

Abb. 6-5: Typenschlüssel ML3P06 (2/2)

6.1.7 ML3S06

Typkurzbezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	4																
Beispiel: ML3S06 - NN - 0192 - NN	M	L	3	S	0	6	-	N	N	-	0	1	9	2	-	N	N																																											
01 Produkt																																																												
ML3..... = ML3																																																												
02 Komponente																																																												
Sekundärteil..... = S																																																												
03 Baugröße																																																												
60..... = 06																																																												
04 Bauform																																																												
Standard..... = NN																																																												
05 Segmentlänge																																																												
Sekundärteillänge 192 mm..... = 0192																																																												
Sekundärteillänge 288 mm..... = 0288																																																												
06 Sonderausführung																																																												
Keine = NN																																																												

DCCS 40060-6 : 2017-07-12

Abb. 6-6: Typenschlüssel ML3S06

6.1.8 ML3P11

Typkurzbezeichnung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4		
Beispiel:	M	L	3	P	1	1	-	D	N	B	F	N	-	B	A	N	N	N	-	N	N																				
01 Produkt																																									
ML3..... = ML3																																									
02 Komponente																																									
Primärteil = P																																									
03 Baugröße																																									
110 = 11																																									
04 Baulängen^{a)}																																									
Baulängen = D, E, F, H, L																																									
05 Bauform																																									
Standard = N																																									
06 Wicklung^{a)}																																									
ML3P11-E, ML3P11-H, ML3P11-L . . . = BC																																									
ML3P11-D, ML3P11-F = BF																																									
ML3P11-D, ML3P11-E, ML3P11-L . . . = BQ																																									
07 Kühlart																																									
Selbstkühlung = N																																									
08 Sensorik																																									
Standard PTC-1k + KTY83-122 = B																																									
09 Elektrischer Anschluss																																									
2 Kabel (Leistung/Sensorik separat) = A																																									
10 Kabelausführung																																									
Standardkabel = N																																									
11 Sonstige Ausführung																																									
Keine = NN																																									
12 Sonderausführung																																									
Keine = NN																																									

DCCS 40059-11; 2019-05-22

Abb. 6-7: Typenschlüssel ML3P11 (1/2)

Hinweis:

a) Verfügbare Kombinationen

• verfügbar - nicht verfügbar

Baulänge	Wicklung		
	BC	BF	BQ
D	-	•	•
E	•	-	•
F	-	•	-
H	•	-	-
L	•	-	•

DCCS 40059-11: 2019-02-06

Abb. 6-8: Typenschlüssel ML3P11 (2/2)

6.1.9 ML3S11

Typkurzbezeichnung										1										2										3										4									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0										
Beispiel: M L 3 S 1 1 - N N - 0 1 9 2 - N N																																																	
01 Produkt																																																	
ML3..... = ML3																																																	
02 Komponente																																																	
Sekundärteil..... = S																																																	
03 Baugröße																																																	
110..... = 11																																																	
04 Bauform																																																	
Standard.....= NN																																																	
05 Segmentlänge																																																	
Sekundärteillänge 192 mm..... = 0192																																																	
Sekundärteillänge 288 mm..... = 0288																																																	
06 Sonderausführung																																																	
Keine = NN																																																	

DCCS 40060-11: 2017-07-12

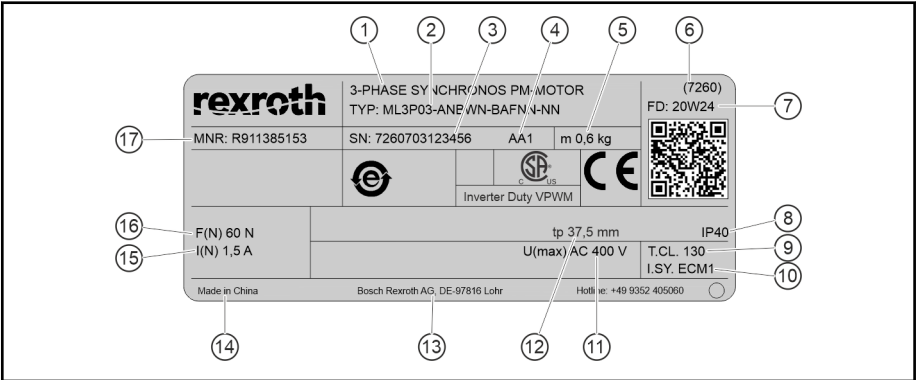
Abb. 6-9: Typenschlüssel ML3S11

6.2

Produktkennzeichnung

6.2.1

Typenschild ML3



- 1
- Art des Motors
- 2
- Typenbezeichnung
- 3
- Seriennummer
- 4
- Änderungsstand
- 5
- Masse
- 6
- Werknummer
- 7
- Fertigungsdatum
- 8
- Schutzart durch Gehäuse
- 9
- Thermische Klasse
- 10
- Isolationssystem
- 11
- Maximalspannung CSA
- 12
- Polteilung
- 13
- Firmenanschrift
- 14
- Herkunftsbezeichnung
- 15
- Bemessungsstrom
- 16
- Stillstandsdauerkraft
- 17
- Materialnummer

Abb. 6-10: Typenschild (Beispiel)

Prüfzeichen	Prüfzeichen	Bedeutung
		CSA-Konformität
		Konformität mit den einschlägigen EG-Richtlinien.
		RoHS 2-Konformität

Tab. 6-1: Prüfzeichen am Typenschild



Beachten Sie die weiterführenden Informationen zu den Prüfzeichen unter [Kap. 9.6 "Abnahmen und Zulassungen"](#) auf Seite [97](#).

7 Zubehör und Optionen

7.1 Halleinheit

7.1.1 Allgemeines

Für die Ansteuerung von Synchronmotoren ist die absolute Lageinformation bezüglich eines Polpaares erforderlich, um die Lage der Permanentmagnete zu den Motorwicklungen erkennen zu können. Erst in Verbindung mit einem elektrischen Kommutierungsoffsetwinkel, der bei der Erstinbetriebnahme ermittelt werden muss, ist es möglich über das Regelgerät den Strom mit korrekter Phasenlage zum Magnetfeld einzuprägen, so dass der Motor eine definierte Kraft in der vorgesehenen Fahrtrichtung entfalten kann.

Beim Einsatz eines inkrementalen Längenmesssystems muss bei jedem Aktivieren des Antriebs die Kommutierung der Achse erfolgen. Dies übernimmt eine antriebsinterne Prozedur.

Die Kommutierung kann durch die Verwendung einer Halleinheit vereinfacht werden und bietet Vorteile wie z. B.

- in Gantry-Anordnung,
- an vertikalen Achsen,
- in mechanisch gesichertem Zustand,
- in Achsen, die aus Sicherheitsgründen während des Kommutierungsprozess nicht verfahren werden dürfen.



- ML3 Linearmotoren können mit einer separat zu bestellenden Halleinheit ausgerüstet werden.
- Hinweise zur Montage der Halleinheit finden Sie im [Kap. 11.6 "Montage Halleinheit \(Option\)"](#) auf Seite 151.

7.1.2 Funktionsprinzip

Die Halleinheit (analog oder digital) dient zur bewegungslosen Kommutierung des Linearmotors in Verbindung mit einem inkrementellen Messsystem. Am Rexroth Regelgerät wird bei Phasenumschaltung in den Betriebsmodus der Motor automatisch kommutiert. Hierfür ist keine Bewegung erforderlich. Der Motor könnte z. B. auch festgebremst sein, oder sich am Verfahrwegende (Endanschlag) befinden.

7.1.3 Analoge Halleinheit

Die analoge Halleinheit erzeugt zwei sinusförmige Signale, die um 90° phasenverschoben sind. Die Ausgangsspannung beträgt 1 V_{SS} und wird an den Leitungen gemäß [Abb. 7-1](#) bereitgestellt. Die Spannungsversorgung beträgt 5 V. Es muss eine Stromaufnahme der Halleinheit von mindestens 100 mA sichergestellt werden.

Maßangaben zur analogen Halleinheit finden Sie im [Kap. 5.5](#).

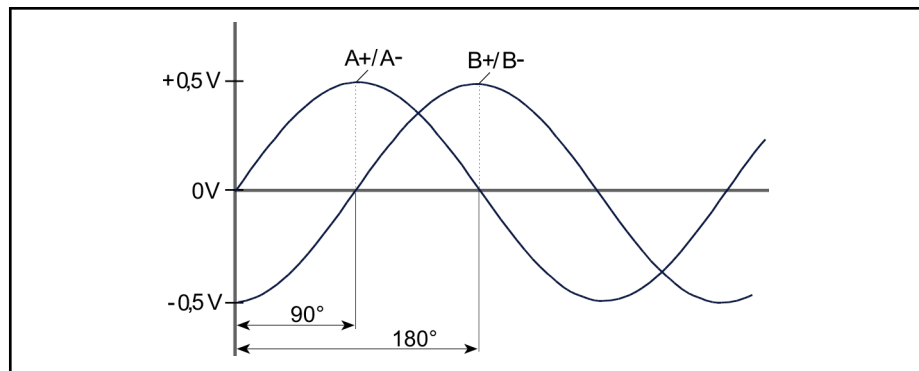


Abb. 7-1: Signalverlauf einer analogen Halleinheit



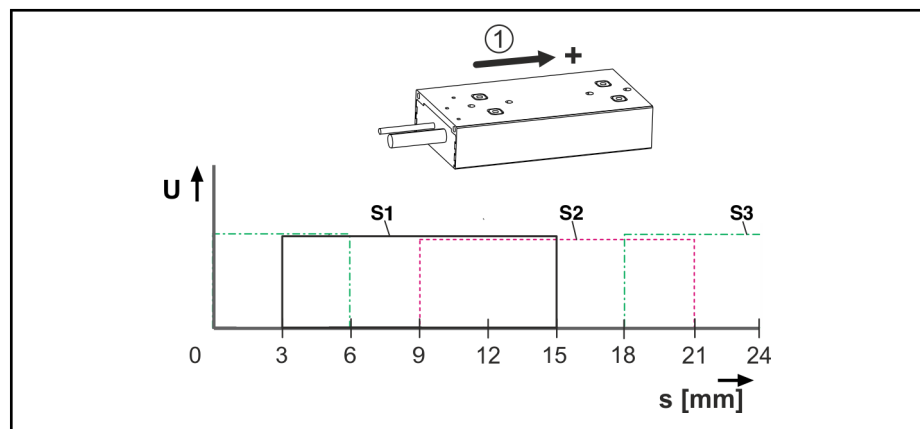
Bosch Rexroth Regelgeräte verwenden für die analoge Halleinheit eine Versorgungsspannung von 5 V.

Die analoge Halleinheit kann auch als inkrementelles Längenmesssystem verwendet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie im [Kap. 9.15](#).

7.1.4 Digitale Halleinheit

Die digitale Halleinheit erzeugt drei rechteckförmige Signale, die jeweils um 120° phasenverschoben sind. Die Signale aus der Open-Collector-Schaltung werden an den Leitungen gemäß [Abb. 7-2](#) bereitgestellt. Die Spannungsversorgung beträgt 4 ... 28 V und hat eine Stromaufnahme von mindestens 25 mA.

Maßangaben zur digitalen Halleinheit finden Sie im [Kap. 5.6](#).



① Motor bewegt sich entgegen Kabelabgang (positive Richtung)
Abb. 7-2: Signalverlauf der digitalen Halleinheit



Die Signalhöhe der digitalen Halleinheit ist abhängig von der Versorgungsspannung der Open-Collector-Schaltung. Bosch Rexroth Regelgeräte verwenden eine Versorgungsspannung von 12 V.

7.1.5 Bestellbezeichnungen

	Halleinheit	
	Analog	Digital
Kurzbezeichnung	SUP-E01-A12-ML3	SUP-E01-D12-ML3
Materialnummer	R911389392	R911385185

Tab. 7-1: Bestellbezeichnung Halleinheit

7.2 SHL03.1 Adapterbox für digitale Halleinheit

7.2.1 Allgemeines Funktionsprinzip

Werden Rexroth Linearmotoren an Rexroth Regelgeräten betrieben, ermöglicht die Verwendung der Halleinheit-Adapterbox SHL03.1, den gleichzeitigen Einsatz einer digitalen Halleinheit und eines inkrementellen Längenmesssystems. Mittels der Adapterbox SHL03.1 werden die Signale dieser beiden Komponenten zusammengeführt und auf die am Rexroth Regelgerät vorgesehene Schnittstelle weitergeleitet.



Eine Verschaltung mit Rexroth Kabeln ist unter [Abb. 8-12](#) und [Abb. 8-13](#) beschrieben.

7.2.2 Bestellbezeichnung

Adapterbox SHL03.1	
Kurzbezeichnung	SHL03.1-NNN-S-NNN
Materialnummer	R911335257

Tab. 7-2: Bestellbezeichnung Adapterbox SHL03.1

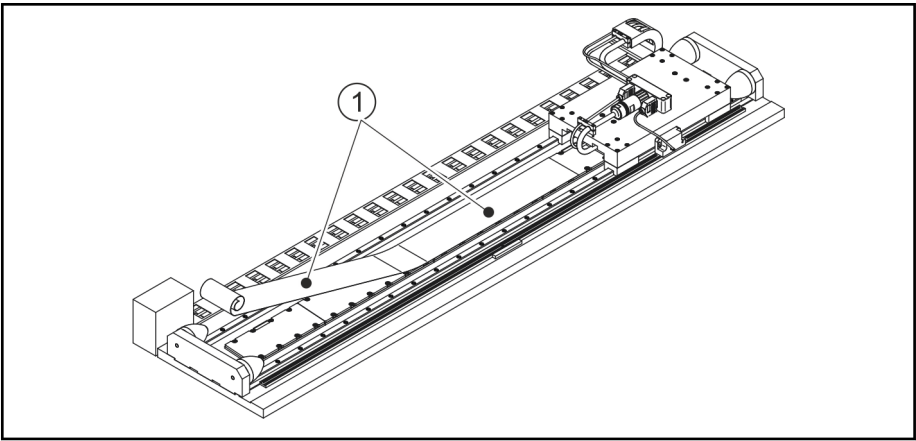
7.3 Abdeckblech für Sekundärteil

Gemäß [Kap. 9.13.4 "Schutz des Motoreinbauraumes"](#) auf [Seite 108](#) kann zum Schutz der ML3S vor Verschmutzungen ein Edelstahlabdeckblech verwendet werden. Hinweise zur Montage eines Abdeckblechs finden Sie im [Kapitel 11.5](#).



Der Einbau eines Abdeckblechs reduziert die Leistungsfähigkeit des Motors aufgrund des vergrößerten Luftspalts.

Beim Einsatz von Abdeckblechen ist zu beachten, dass der geforderte mechanische Luftspalt zwischen den Motorkomponenten erhalten bleibt. Um dies zu erreichen muss die Einbauhöhe mindestens um das gleiche Maß wie die Dicke des Abdeckblechs (inkl. Toleranzen) erhöht werden. Beachten Sie hierzu die Angaben in [Tab. 7-3](#).



① Abdeckblech
Abb. 7-3: Abdeckblech am ML3P

Material und Lieferant Das Blech ist aus Federbandstahl (nichtrostend) mit der Werkstoffbezeichnung X10CrNi18-8 und Werkstoffnummer 1.4310.
Die Bleche können z. B. bezogen werden von
[United Springs B.V](#)
Petroleumhavenstraat 14
Postbus 50
7553 GS Hengelo
The Netherlands
Tel : +31 74 2 555 444 oder +31 (0) 74 2 555 411
Atlas.sales@sogefigroup.com

ML3S	Bezeichnung	Stahlsorte	Dicke	Breite	Masse	Einbauhöhe mit Abdeckblech
03	AUS20032 Strip	1.4310	0,1 mm	48 mm	0.0377 kg/m	40.12 mm ±0.1
06	AUS20033 Strip			78 mm	0.0612 kg/m	
11	AUS20031 Strip		0,15 mm	130 mm	0.155 kg/m	45.17 mm ±0.1

Tab. 7-3: Abdeckblech Bestellbezeichnungen

 **VORSICHT**

**Beschädigung oder Zerstörung von Motor-
komponenten durch den Einsatz von Ab-
deckblechen!**

- Wird die Einbauhöhe des Motors bei Verwendung eines Abdeckblechs nicht angepasst (erhöht), kann eine Beschädigung oder Zerstörung von Motorkomponenten des ML3 resultieren.
- Das Abdeckblech muss gemäß Stand der Technik geerdet werden. Die ML3S dürfen hierzu nicht genutzt werden.

7.4 Hinweisschild Magnetfelder

Um den Anwender beim Auszeichnen gefährdeter Bereiche durch Magnetfelder zu unterstützen, bietet Bosch Rexroth ein selbstklebendes Hinweisschild an, mit dem solche Bereiche zusätzlich gekennzeichnet werden können.

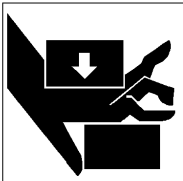
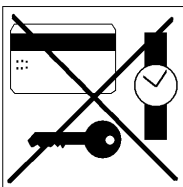
	⚠ WARNING Health hazard to people with heart pacemakers, metal implants and hearing aids when in proximity to these parts! Strong magnetic fields due to permanent motor magnets! ⇒ Anyone with pacemakers, metal implants or hearing aids are not permitted to approach or to handle these motor parts. ⇒ If you have such conditions, consult with a physician prior to handling these parts.	⚠ WARNING Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Splintern und Hörgeräten in unmittelbarer Umgebung dieser Teile! Starkes Magnetfeld durch Permanentmagnete der Motorteile! ⇒ Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Hörgeräten dürfen sich nicht diesen Motorteilen nähern oder damit umgehen. ⇒ Besteht die Notwendigkeit für solche Personen, sich diesen Teilen zu nähern, so ist das zuvor von einem Arzt zu entscheiden.
	⚠ CAUTION Hazardous to fingers and hands due to high attractive forces of permanent motor magnets! Strong magnetic fields due to permanent motor magnets! ⇒ Handle only with protective gloves! Handle with extreme care.	⚠ VORSICHT Quetschgefahr von Finger und Hand durch starke Anziehungskräfte der Magnete! Starkes Magnetfeld durch Permanentmagnete der Motorteile! ⇒ Nur mit Schutzhandschuhen anfassen. Vorsichtig handhaben.
	⚠ CAUTION Hazardous to sensitive parts! ⇒ Keep watches, credit cards, identification cards with magnetic strips, magnetic tape and ferromagnetic material (such as iron, nickel, and cobalt) away from magnetic parts.	⚠ VORSICHT Zerstörungsgefahr empfindlicher Teile! ⇒ Uhren, Kreditkarten, Scheckkarten und Ausweise mit Magnetstreifen sowie alle ferromagnetische Metallteile wie Eisen, Nickel und Cobalt von den Permanentmagneten der Motorteile fernhalten.

Abb. 7-4: Hinweisschild (Magnetfeld Permanentmagnete)



- Der Abstand zur möglichen Gefahrenquelle als auch der Ort der Plazierung (gut sichtbar) des Hinweisschilds müssen vom Anwender bestimmt werden und unterliegen nicht dem Verantwortungsbereich von Bosch Rexroth. Beachten Sie hierzu jedoch die Angaben in [Kap. 9 unter Magnetfelder](#).

Hinweisschild (Magnetfeld Permanentmagnete)	
Kurzbezeichnung	Warnschild Permanentmagnete
Materialnummer	R911278745

Tab. 7-4: Bestellbezeichnung Hinweisschild

8 Anschlusstechnik

8.1 Hinweise

HINWEIS

Zerstörung der Motoren durch den direkten Anschluss an das 50/60 Hz - Versorgungsnetz (Dreileiter- oder Einphasennetz)!

ML3-Motoren dürfen nur mit geeigneten Antriebsregelgeräten mit variabler Ausgangsspannung und Frequenz betrieben werden (Umrichterbetrieb), die von Rexroth spezifiziert werden.

Rexroth bietet für den Anschluss der ML3-Motoren ein umfassendes Programm an konfektionierten Kabeln, die optimal auf die Produkte und die unterschiedlichsten Anforderungen abgestimmt sind.



Beachten Sie, dass selbstkonfektionierte Kabel oder Kabelsysteme anderer Hersteller diese Anforderungen unter Umständen nicht erfüllen. Daraus resultierende Störungszustände oder Schäden liegen nicht im Verantwortungsbereich von Rexroth.

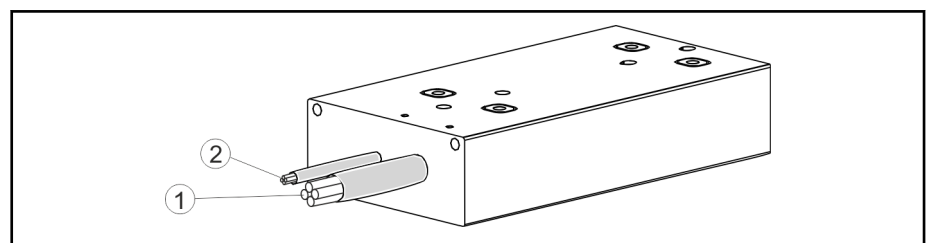
8.2 Anschlusskabel am Primärteil

Der elektrische Anschluss der Primärteile erfolgt über zwei geschirmte Anschlusskabel, die fest mit dem Primärteil verbunden sind. Die Anschlusskabel können entsprechend der Erfordernisse der Maschine gekürzt und mit einem Anschlussstecker versehen oder auf eine Klemmstelle geführt werden.

Um die Primärteile mit dem Rexroth-Regelgerät verbinden zu können, bietet Rexroth ein umfassendes Programm an Steckern und konfektionierten Kabeln als Zubehör an. Alle Kabel und Stecker sind optimal auf die Produkte und deren Anforderungen abgestimmt. Um das Primärteil mit diesen weiterführenden Kabeln verbinden zu können, muss jedoch zunächst an die Anschlusskabel ein Anschlussstecker montiert werden. Beachten Sie, dass selbstkonfektionierte Kabel oder Kabelsysteme anderer Hersteller die erforderlichen Anforderungen unter Umständen nicht erfüllen. Daraus resultierende Störungszustände oder Schäden liegen nicht im Verantwortungsbereich von Bosch Rexroth.



Stellen Sie sicher, dass die Maschine als Ganzes alle erforderlichen Vorschriften - insbesondere die EN 60204 - erfüllt.



①

Anschlusskabel Leistung

②

Anschlusskabel Temperatursensoren

Abb. 8-1:

Anschlusskabel am Primärteil

Anschlusskabel ML3P

Anschlusskabel	Kabel- länge	Schleppkettentauglich	ML3P03	ML3P06	ML3P11
Leistung	1 m	nein	-	✓	✓
	3 m	ja	✓	-	-
Temperatur	1 m	nein	-	✓	✓
	3 m	nein	✓	-	-

Tab. 8-1: Anschlusskabel ML3P

Aderkennzeichnung Anschlusskabel Leistung

Leistung		Aderfarbe /-kennzeichnung
3-phasig	L1	BK / 1
	L2	BK / 2
	L3	BK / 3
Schutzleiter	PE	GNYE
Schirmung		Metallgeflecht

Tab. 8-2: Aderkennzeichnung Anschlusskabel Leistung

Aderkennzeichnung Anschlusskabel Temperatursensoren

Temperatursensor	Aderfarbe
PTC110-EK	WH
	BN
KTY83-122	GN
	YE
Schirmung	Metallgeflecht

Tab. 8-3: Aderkennzeichnung Anschlusskabel Temperatursensoren

Anschlusskabel Eigenschaften

Anschlusskabel Leistung					
Primärteil	Querschnitt [mm²]	Durchmesser [mm]	Biegeradius [R in mm]		Gewicht [kg/m]
			statisch	dynamisch	
ML3P03	4 x 1,0	8,3	33,2	83	0,18
ML3P06-B...	4 x 1,0	9,6	57,6	nicht zulässig	
ML3P06-C...					
ML3P06-D...					
ML3P06-E...					
ML3P06-F...					
ML3P06-HNBK					
ML3P06-HNBR	4 x 2,5	11,4	68,4	nicht zulässig	0,27
ML3P11-D...					
ML3P11-E...					
ML3P11-F...					
ML3P11-H...					
ML3P11-L...					
Anschlusskabel Temperatur					
ML3P03 ML3P06 ML3P11	4 x 0,14	4,3	25,8	nicht zulässig	0,033

Tab. 8-4: Anschlusskabeleigenschaften



Das Anschlusskabel Leistung am Primärteil ist für den Stillstandsdauerstrom I_0 bei Anbauart A ausgelegt. Der Querschnitt des weiterführenden Leistungskabels ist entsprechend der tatsächlich maximal auftretenden effektiven Strombelastung zu wählen. Die Querschnitte beider Kabel können daher voneinander abweichen.

8.3 Elektrischer Anschluss

Beachten Sie vor dem Anschluss der Primärteile die Hinweise zur Schleppkettentauglichkeit der einzelnen Anschlusskabel am Primärteil in [Abb. 8-1](#). Nicht-schleppkettentaugliche Kabel sind in fester Verlegung (siehe [Abb. 8-5](#)) auf eine Verbindungsstelle zu führen. Erst von dieser Verbindungsstelle aus dürfen weiterführende schleppkettentaugliche Anschlusskabel durch die Energiekette bzw. die Maschinenkonstruktion gelegt werden.

Zum Anschluss der Primärteile stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Anschluss mit Stecker und Kabel von Rexroth
- Anschluss mit Stecker und Kabel (Auslegung kundenseitig)
- Anschluss mit Klemmenkasten (Auslegung kundenseitig)



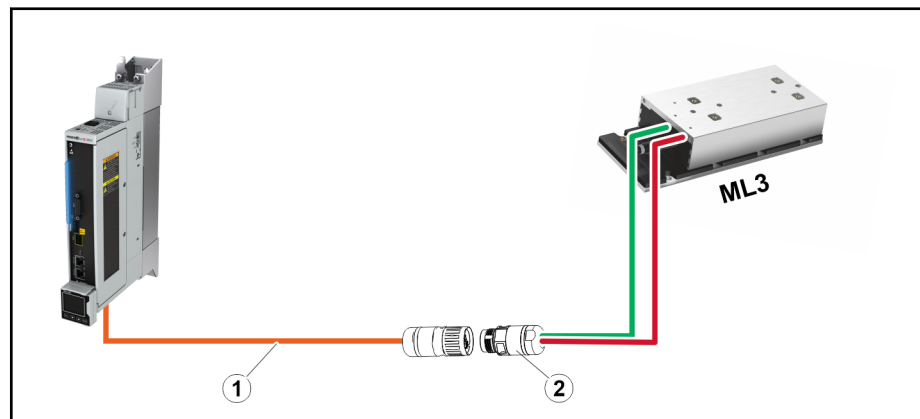
Bei der Verwendung von Rexroth-Regelgeräten und Anschlusstechnik kann lediglich ein Temperatursensor am Regelgerät angeschlossen und ausgewertet werden. Für beide Varianten werden in [Abb. 8-3](#) und [Abb. 8-4](#) die Anschlüsse dargestellt.

8.3.1 Anschluss mit Stecker und Kabel von Rexroth

Zum Anschluss der ML3-Motoren an Rexroth-Regelgeräten steht ein abgestimmtes Programm an Steckersets und konfektionierten Leistungskabeln zur Verfügung. Beachten Sie hierzu die Hinweise in [Tab. 8-5](#). Um die Rexroth-Leistungskabel am Motor anschließen zu können, müssen die Motoranschlusskabel unter Berücksichtigung der Einbausituation kundenseitig konfektioniert werden.

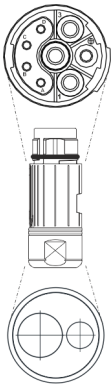


Zur Konfektionierung wird ein spezielles Werkzeug benötigt:
Crimpzange R913072332 (Herstellerbezeichnung C0.236.00).



- ① Leistungskabel (siehe [Tab. 8-5](#))
 ② Anschlussstecker (Steckersets zur Konfektionierung der Anschlusskabel am Motor (siehe [Tab. 8-5](#)))

Abb. 8-2: Motoranschluss mit Kombistecker

Primärteil	Steckersets für Motoranschlusskabel		Leistungskabel	Leistungs-Verlängerungskabel
ML3P03-...		RLS2352/CUB3 R911398822	ctrlX RLC2-xxxBGB-NN-xxx,x (0,75 mm²) RLC2-xxxECB-NN-xxx,x (2,5 mm²)	RLC1-532BGB-NN-xxx,x (0,75 mm²)
ML3P06-B...		RLS2362/CUB3 R911398823	IndraDrive RLC1-xxxBGB-NN-xxx,x (0,75 mm²)	
ML3P06-C...				
ML3P06-D...				
ML3P06-E...				
ML3P06-F...				
ML3P06-HNBK		RLS2372/CUB3 R911398824	RLC1-xxxECB-NN-xxx,x (2,5 mm²)	
ML3P06-HNBR				
ML3P11-...				

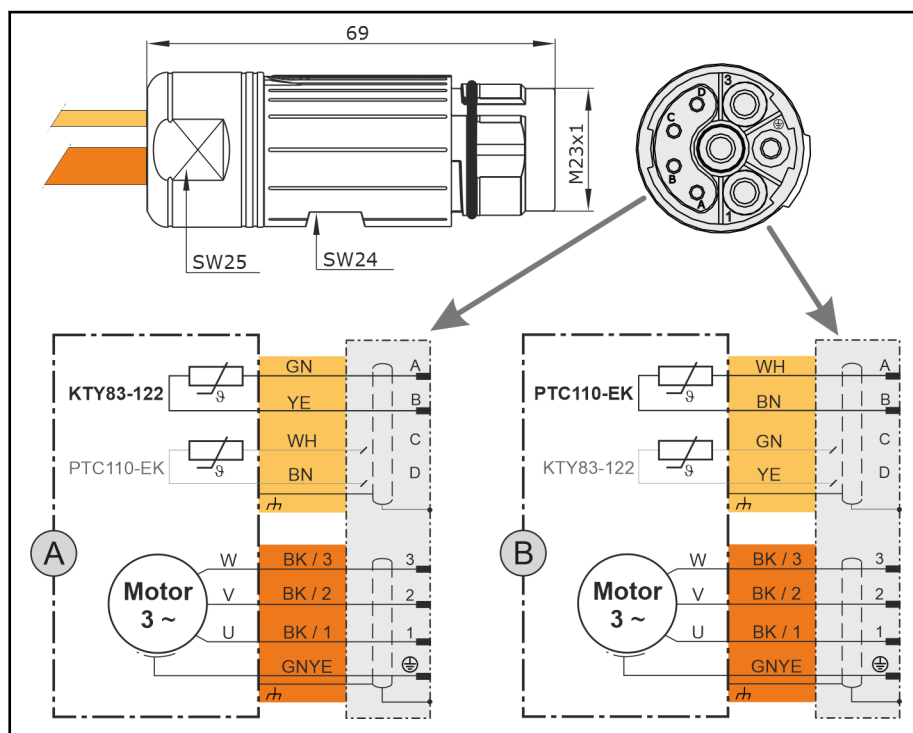
Tab. 8-5: Stecker und Leistungskabel zum Anschluss der ML3P



Die Zuordnung weiterführender Kabel zum Anschluss an Rexroth-Regelgeräte erfolgt in folgendem Katalog:

Motorkabel und Anschlüsse (R911401939).

Pinbelegung Anschlussstecker RLS23x2/CUB3



Ⓐ Pinbelegung bei Auswertung von Temperatursensor KTY83-122

Ⓑ Pinbelegung bei Auswertung von Temperatursensor PTC110-EK

Abb. 8-3: Pinbelegung Kombistecker



Bei der Konfektionierung des Steckers ist darauf zu achten, dass nur einer der beiden Temperatursensoren auf die Pins A und B aufgelegt wird. Pins C und D werden nicht ausgewertet.

Montageflansch zur Steckerdurchführung

Zur Durchführung des Steckers an der Maschine können die in [Tab. 8-5](#) aufgeführten Steckverbinder mit einem klappbaren Flansch versehen werden. Der Flansch ist als Zubehör bestellbar.

Montageflansch zur Steckerdurchführung	Bezeichnung
	STECKERZUBEHOER Z-SONS**-MONTAGEFLANSCH M23 TE R911404525

Tab. 8-6: Montageflansch zur Steckerdurchführung

8.3.2 Anschluss mit Stecker und Kabel von Fremdherstellern

Werden die Motoren nicht mit Steckern und Kabel von Rexroth angeschlossen, sind alle hierfür erforderlichen Komponenten kundenseitig auszulegen und bereitzustellen. Die zur Konfektionierung erforderliche Aderkennzeichnung finden Sie unter [Tab. 8-2](#) und [Tab. 8-3](#)



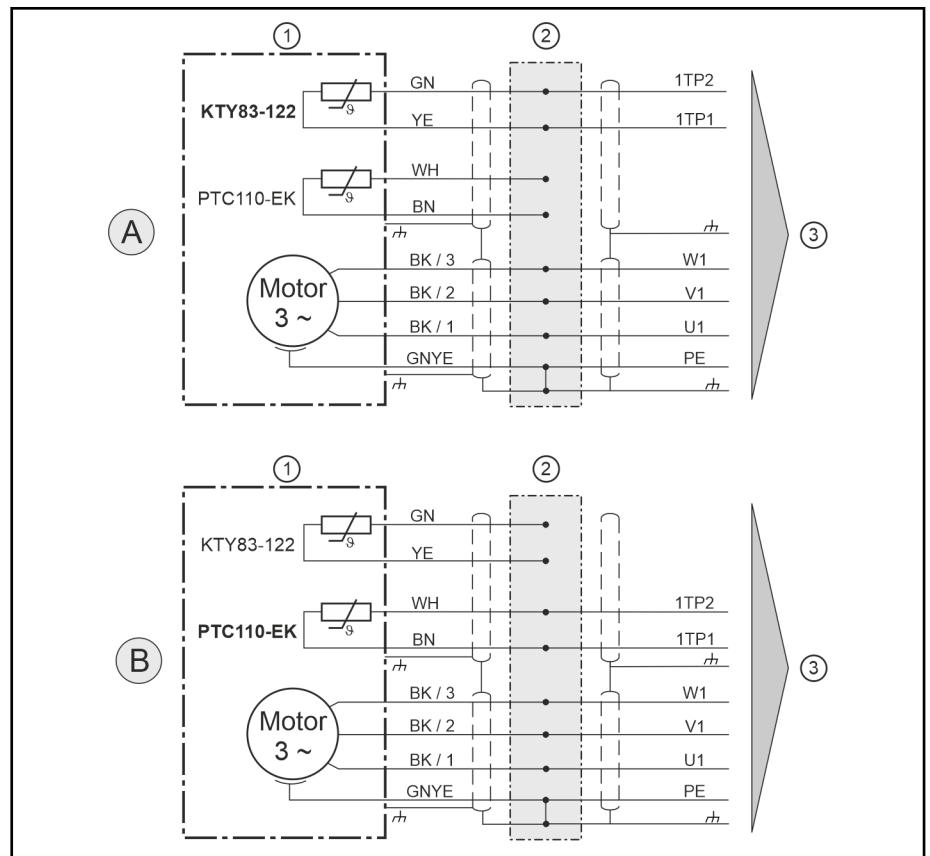
Beachten Sie, dass selbstkonfektionierte Kabel oder Kabelsysteme anderer Hersteller erforderliche Anforderungen unter Umständen nicht erfüllen. Daraus resultierende Störungszustände oder Schäden liegen nicht im Verantwortungsbereich von Rexroth.

8.3.3 Anschluss über Klemmenkasten

Der Klemmenkasten ist nicht Bestandteil der Motorlieferung. Werden die Motoren anstelle von Steckern und Kabel über einen Klemmenkasten angeschlossen, sind alle hierfür erforderlichen Komponenten kundenseitig auszulegen und bereitzustellen.



Beachten Sie, dass selbstkonfektionierte Kabel oder Kabelsysteme anderer Hersteller erforderliche Anforderungen unter Umständen nicht erfüllen. Daraus resultierende Störungszustände oder Schäden liegen nicht im Verantwortungsbereich von Rexroth.



- Ⓐ Kontaktbelegung bei Auswertung von Temperatursensor KTY83-122
 Ⓑ Kontaktbelegung bei Auswertung von Temperatursensor PTC110-EK
 ① Primärteil ML3P
 ② Klemmenkasten
 ③ Regelgerät

Abb. 8-4: Anschlussbeispiel Klemmenkasten

8.3.4 Verlegung der Anschlusskabel

HINWEIS

Beschädigung des Anschlusskabels und somit des Motors durch dynamische Biegebelastung!

Die Anschlusskabel der Primärteile ML3P06 und ML3P11 als auch die Temperatursensorkabel aller ML3P dürfen nicht in einer Energiekette verlegt werden. Nur die Verlegung des nach einer Verbindungsstelle weiterführenden energie- bzw. schleppkettentauglichen Kabels in der Energiekette ist zulässig.

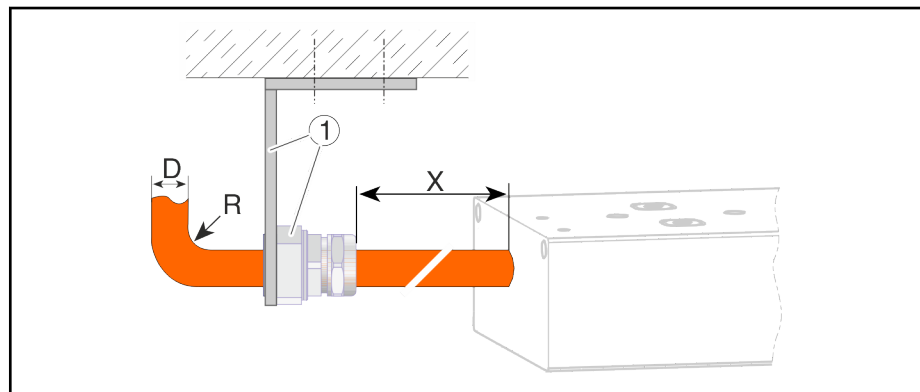
HINWEIS

Vermeiden Sie an der Kabelaustrittsstelle am Primärteil Biege-, Zug- und Druckbelastungen sowie stetige Bewegungen des Anschlusskabels. Belastungen dieser Art können zu irreparablen Schäden (z. B. Kabelbruch) am Primärteil führen!

Falls eine feste Verlegung nicht möglich ist, muss das Anschlusskabel mit einer Zugentlastung (siehe Abb. 8-5) versehen werden, um das Kabel und das Primärteil vor irreparablen Schäden (z. B. Kabelbruch) zu schützen.



Ist die Erdung der Sekundärteile durch den Einbau in die kundenseitige Maschinenkonstruktion nicht gewährleistet, sind die ML3S nach DIN VDE 0100-410 mit dem Potenzial des Schutzleiters geeignet zu verbinden.



Maß "x"

Mindestabstand 5 mm

①

Zugentlastung (Beispiel) am Primärteil MLP03

D

Durchmesser Anschlusskabel

R

Zulässiger Biegeradius

Abb. 8-5:

Beispiel für Zugentlastung des Anschlusskabels (gültig nur für ML3P03)

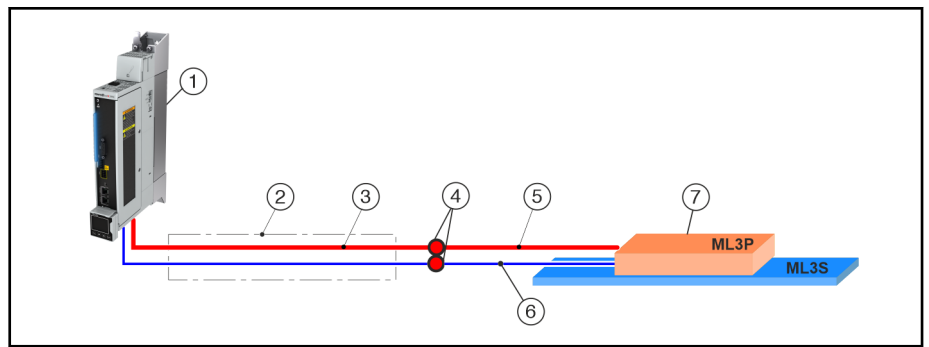
Paralleler Motoranschluss

Bei parallelem Motoranschluss an einem Antriebsregelgerät bestehen folgende Möglichkeiten das Anschlusskabel auszuführen:

- Verlegung von zwei getrennten parallelen Kabeln (Abb. 8-7)
- Verlegung eines gemeinsamen Kabels mit höherem Querschnitt (Abb. 8-8)

Erste Möglichkeit bietet unter Umständen den Vorteil geringerer Biegeradien. Der Gesamtquerschnitt der parallel verlegten Kabel muss dem erhöhten Querschnitt für parallelen Motoranschluss entsprechen.

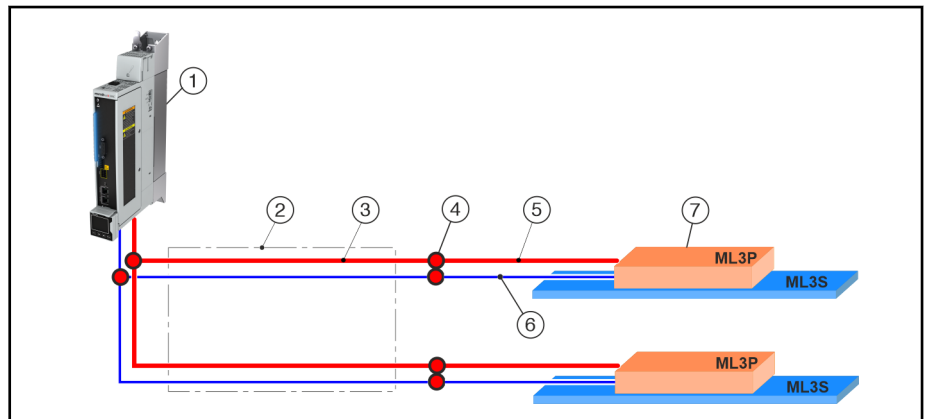
Leistungsanschluss bei Einzelanordnung



- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Leistungskabel
- ④ Verbindungspunkt (z. B. Stecker, Klemmenkasten)
- ⑤ Anschluss Leistung
- ⑥ Anschluss Temperatur
- ⑦ Motor ML3

Abb. 8-6: Leistungsanschluss bei Einzelanordnung

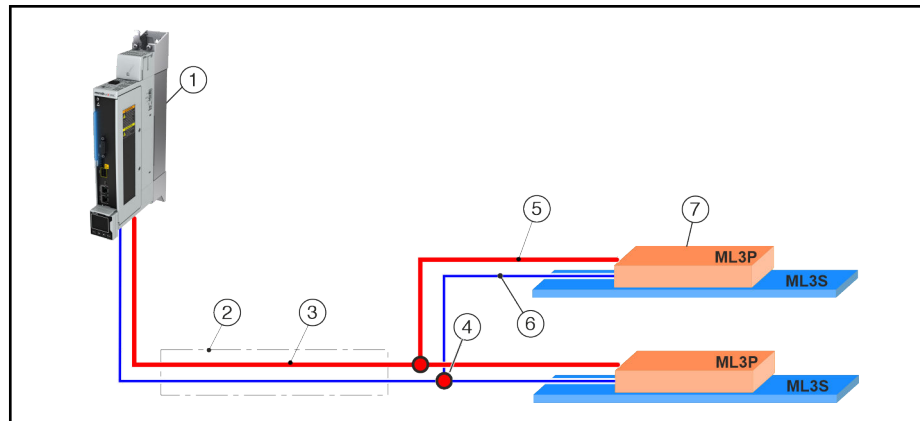
Leistungsanschluss bei Parallelanordnung, getrennte Leistungskabel



- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Leistungskabel
- ④ Verbindungspunkt (z. B. Stecker, Klemmenkasten)
- ⑤ Anschluss Leistung
- ⑥ Anschluss Temperatur
- ⑦ Primärteil ML3P

Abb. 8-7: Parallelanordnung, getrennte Leistungskabel

Leistungsanschluss bei Parallelanordnung, gemeinsames Leistungskabel mit größerem Querschnitt



- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Leistungskabel
- ④ Verbindungspunkt (z. B. Stecker, Klemmenkasten)
- ⑤ Anschluss Leistung
- ⑥ Anschluss Temperatur
- ⑦ Primärteil ML3P

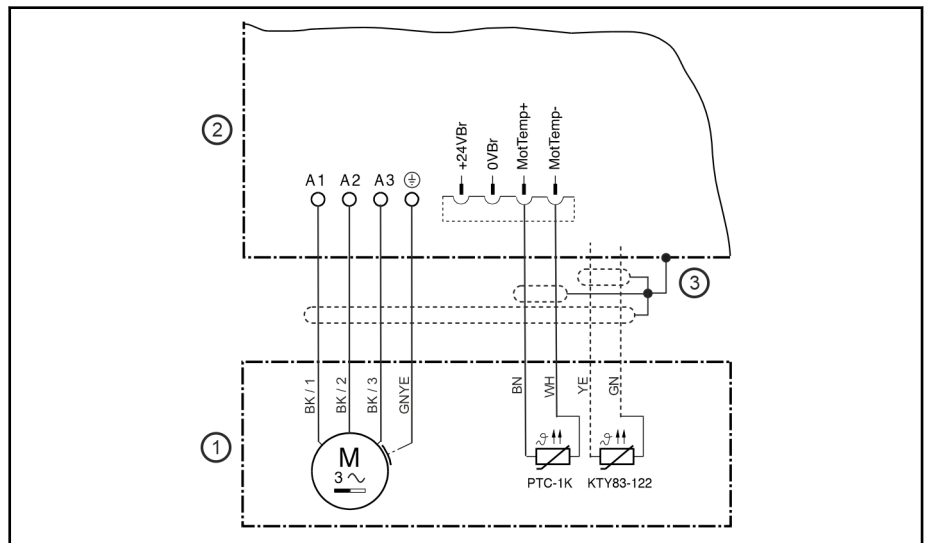
Abb. 8-8: Parallelanordnung, gemeinsames Leistungskabel



Bei ML3P03 kann die Verbindungsstelle auch zwischen Antriebsregelgerät und Energiekette positioniert sein.

8.4 Anschlussbezeichnungen am Rexroth-Regelgerät

Einzelanordnung



- ① Primärteil ML3P
- ② Rexroth-Regelgerät
- ③ Schirmauflage am Regelgerät

Abb. 8-9: Anschluss am Antriebsregelgerät – Einzelanordnung Primärteil

Parallelanordnung

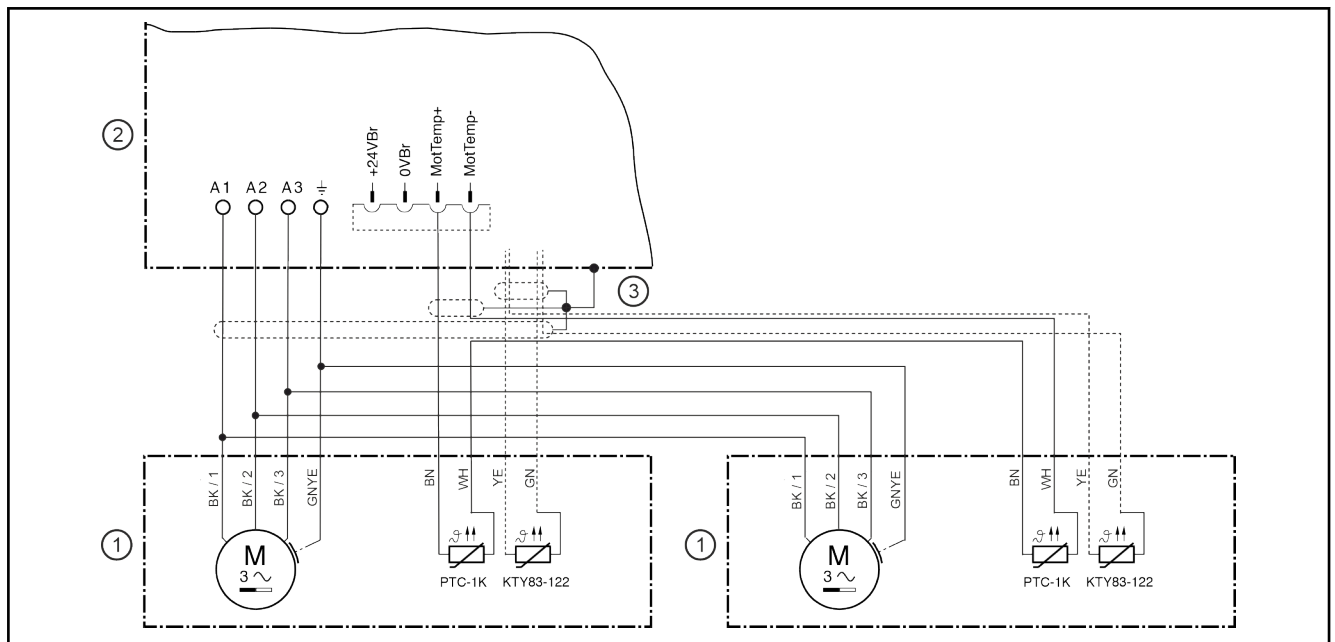


Abb. 8-10: Anschluss am Antriebsregelgerät – Parallelanordnung Primärteil



Beachten Sie beim elektrischen Anschluss der Primärteile in Parallelanordnung die Hinweise im [Kapitel 9.14.2](#) auf Seite 109.

8.5

Elektrischer Anschluss Halleinheit (Optional)

8.5.1

Anschlusskabel Halleinheiten



Die in diesem Abschnitt beschriebene Anschlussstechnik kann sowohl für ctrlX DRIVE als auch für IndraDrive genutzt werden.

Das Anschlusskabel der Halleinheit wird in der Regel neben den Anschlusskabeln des Primärteils verlegt. Nach dem Motoreinbau kann das Kabel der Halleinheit auf die gewünschte Länge gekürzt und z. B. mit einem D-SUB Stecker versehen werden. Siehe hierzu auch [Kapitel 8.5.2](#).

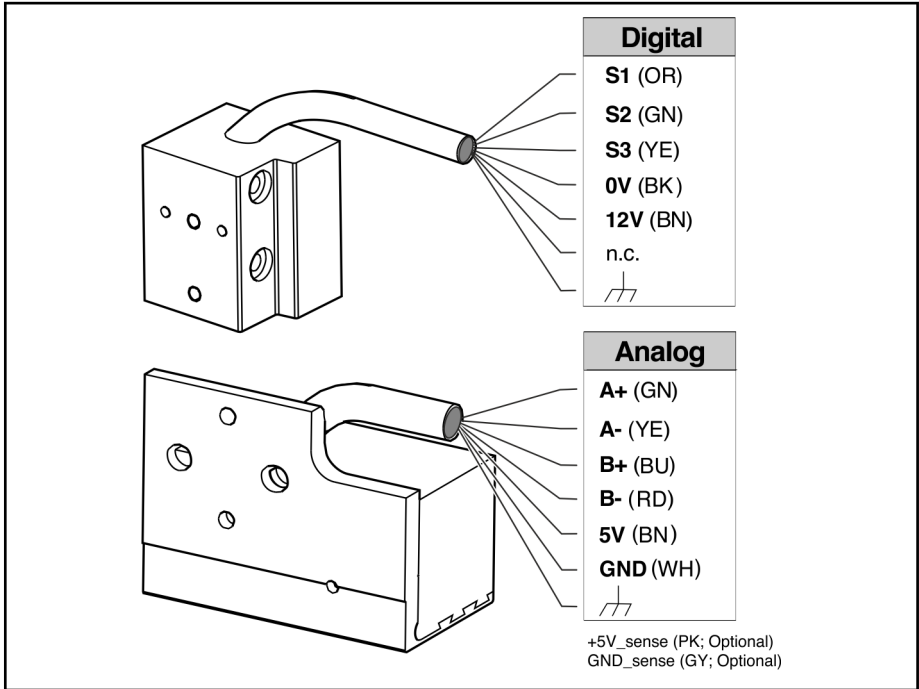


Abb. 8-11: Aderkennzeichnung Anschlusskabel Halleinheit

Anschlusskabel Halleinheiten

Halleinheit	Durchmesser / Länge	Querschnitt Steueradern [mm²]	zulässiger Biegeradius [R]*
Analog	6,2 mm / 3 m	4x 2x 0,14 mm²	6x D (37,2 mm)
Digital	5,0 mm / 1,2 m	6x 0,14 mm²	7,5x D (37,5 mm)

Tab. 8-7: Anschlusskabel Halleinheiten

HINWEIS

Vermeiden Sie an der Kabelaustrittsstelle an der Halleinheit Biege-, Zug- und Druckbelastungen sowie stetige Bewegungen des Anschlusskabels. Belastungen dieser Art können zu irreparablen Schäden (z. B. Kabelbruch) führen!

Das Anschlusskabel der Halleinheit kann mittels Kabelbinder mit dem Leistungskabel verbunden werden, sofern das Leistungskabel bereits mit einer Zugentlastung versehen ist. Falls eine feste Verlegung nicht möglich ist, muss das Anschlusskabel der Halleinheit ebenfalls mit einer Zugentlastung (Beispiel siehe [Abb. 8-5](#)) versehen werden, um das Kabel und den Hallsensor vor irreparablen Schäden (Kabelbruch) zu schützen.



Die Halleinheit ist ein ESD-gefährdetes Bauteil. Aus diesem Grund ist die Halleinheit im Anlieferzustand in einer ESD-Schutz-tüte verpackt. Treffen Sie vor dem Anschluss der Halleinheit Maßnahmen zum ESD-Schutz (ESD, engl. = electrostatic discharge).

Weitere Hinweise über die Halleinheiten finden Sie unter [Kap. 7.1 "Halleinheit" auf Seite 71](#).

8.5.2 Konfektionierung des Halleinheit-Anschlusskabels

Bevor die Halleinheit angeschlossen werden kann, muss am Anschlusskabel der Halleinheit ein D-SUB Stecker mit Stiften angebracht werden. Die Belegung des Steckers richtet sich nach der Art der Halleinheit (digital oder analog).

PIN	Anschlusskabel Halleinheit	
	Analog (D-SUB 9-polig)	Digital (D-SUB 9-polig)
1	/	12V (BN)
2	A+ (GN)	S1 (OR)
3	A- (YE)	/
4	0V (WH)	S2 (GN)
5	B+ (BU)	0V (BK)
6	B- (RD)	/
7	5V (BN)	/
8	/	S3 (YE)
9	/	/
Steckergehäuse	Kabelschirm	Kabelschirm

Tab. 8-8: Anschlussbelegung D-SUB Stecker zum Anschluss der Halleinheit

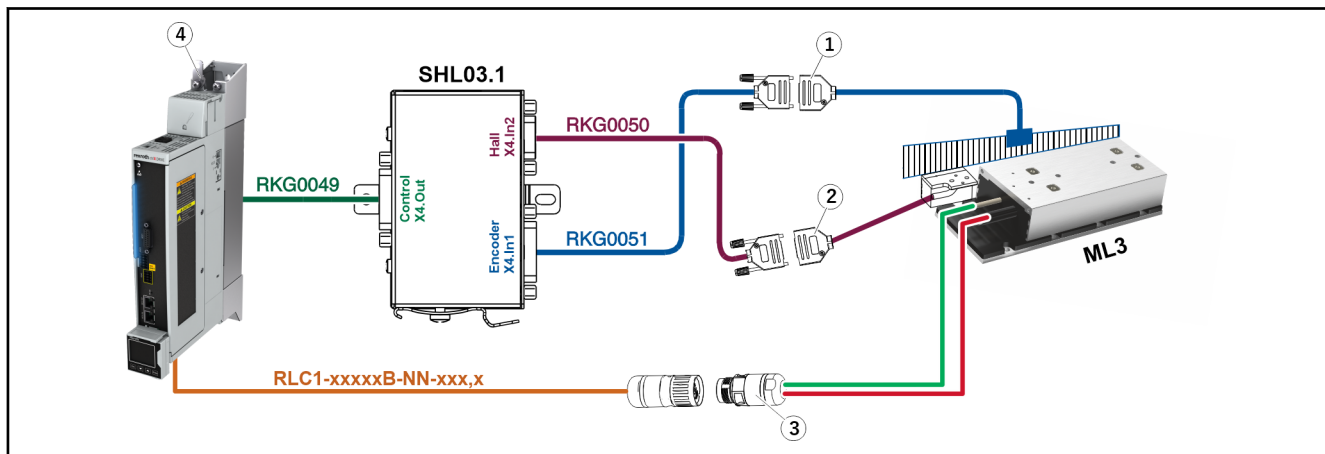
8.5.3 Anschluss digitale Halleinheit



Beachten Sie die Hinweise zur Adapterbox SHL03.1 in der Dokumentation DOK-INDRV*-HCS01*****-PRxx-xx-P, MNR R911322209 (DE) und unter [Kap. 7.1 "Halleinheit" auf Seite 71](#).

Zum Anschluss einer digitalen Halleinheit in Verbindung mit einem inkrementellen Längenmesssystem an ein Rexroth-Regelgerät muss die **Adapterbox SHL03.1** verwendet werden.

Die SHL03.1 führt die beiden eingehenden Signalkabel von Halleinheit und Längenmesssystem zusammen und leitet deren Signale über ein einzelnes Anschlusskabel zur Geberauswertung am Antriebsregelgerät weiter.

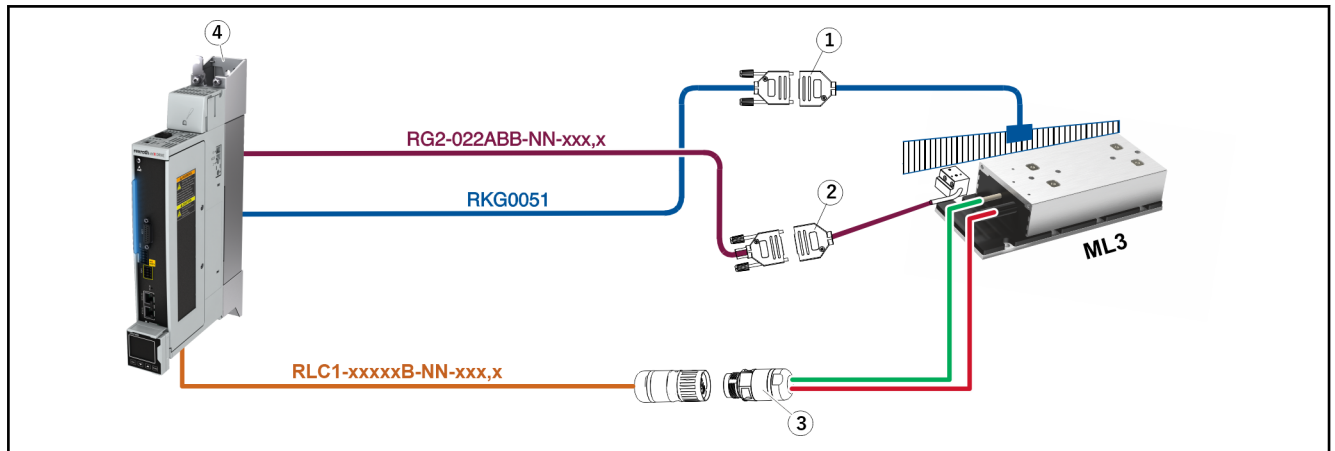


- ① Gerätestecker RGS0006 (D-SUB Stecker 9-polig)
- ② Gerätestecker RGS0005 (D-SUB Stecker 9-polig)
- ③ Anschlussstecker RLS23x2 (siehe [Abb. 8-5](#))
- ④ Rexroth-Regelgerät (ctrlX DRIVE oder IndraDrive)
- RKG0049 Adapterbox ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät
- RKG0050 Digitale Halleinheit ↔ Adapterbox (max. Kabellänge 30 m)
- RKG0051 Längenmesssystem ↔ Adapterbox
- RLC... Leistungskabel

Abb. 8-12: Anschlussübersicht ML3P mit digitaler Halleinheit

8.5.4 Anschluss analoge Halleinheit

Zum Anschluss eines absoluten Messsystems und einer analogen Halleinheit wird im Rexroth-Regelgerät ein Einschub mit 2 Geberschnittstellen benötigt.



- ① Gerätestecker RGS0006 (D-SUB Stecker 9-polig)
- ② Gerätestecker RGS0005 (D-SUB Stecker 9-polig)
- ③ Anschlussstecker RLS23x2 (siehe Abb. 8-5)
- ④ Rexroth-Regelgerät (ctrlX DRIVE oder IndraDrive)
- RG2-022ABB...** Analoge Halleinheit ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät
- RKG0051** Längenmesssystem ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät
- RLC...** Leistungskabel

Abb. 8-13: Anschlussübersicht ML3P mit analoger Halleinheit

8.6 Längenmesssystem



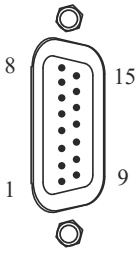
Das Längenmesssystem ist nicht Bestandteil der Motorlieferung und muss vom Maschinenhersteller bereit gestellt und eingebaut werden (siehe Kap. 9.15).

Die Einstellung der Geberpolarität ist abhängig von der Bewegungsrichtung des Primärteils und muss bei der Inbetriebnahme des Regelgerätes parametrisiert werden. Beachten Sie hierzu die Funktionsbeschreibung des Herstellers des Längenmesssystems.

Zum Anschluss eines inkrementellen Längenmesssystems am Rexroth Regelgerät bzw. an der Adapterbox SHL03.1 stellt Rexroth zwei Anschlusskabel zur Verfügung:

- **RKG0049** zum Anschluss des Längenmesssystems direkt am Regelgerät
- **RKG0051** zum Anschluss des Längenmesssystems an der SHL03.1

Um diese Verbindungskabel nutzen zu können, muss das Anschlusskabel am inkrementellen Längenmesssystem zunächst mit einem kompatiblen Gerätestecker (RGS0006) ausgestattet werden.

	Signal	Funktion
1	GND_shld	Anschluss Signalschirme (Innenschirme)
2	A+	Spur A positiv
3	A-	Spur A negativ
4	GND_Encoder	Bezugspotenzial Spannungsversorgungen
5	B+	Spur B positiv
6	B-	Spur B negativ
7	n.c.	/
8	n.c.	/
9	R+	Referenzspur positiv
10	R-	Referenzspur negativ
11	VCC_Encoder (12 V)	Geberversorgung 12 V
12	VCC_Encoder (5 V)	Geberversorgung 5 V
13	n.c.	/
14	n.c.	/
15	Sense-	Rückführung des Bezugspotenzials (Sense-Leitung)
Stecker- gehäuse	/	Außenschirm

Tab. 8-9: Vorzunehmende Anschlussbelegung am RGS0006 zum Anschluss des kundenseitigen Längenmesssystem

9 Applikations- und Konstruktionshinweise

9.1 Funktionsprinzip

Die Krafterzeugung beim Synchron-Linearmotor erfolgt in der gleichen Weise wie die Drehmomenterzeugung bei rotativen Synchronmotoren. Das Primärteil (aktives Teil) trägt die Wicklung, das Sekundärteil (passives Teil) trägt Permanentmagnete.

Es kann sowohl das Primärteil als auch das Sekundärteil bewegt werden (Kurz- oder Langstatorprinzip).

Die Realisierung beliebiger Verfahrensweglängen erfolgt durch das Aneinanderreihen von mehreren Sekundär- oder Primärteilen.

Achsaufbau

Der ML3-Motor ist ein Bausatzmotor. Die Komponenten Primär- und Sekundärteil(e) werden einzeln geliefert und durch den Anwender – komplettiert durch Linearführungen und Längenmesssystem – in die Maschine bzw. Anlage eingebaut.

Der Aufbau einer mit einem Linearmotor ausgerüsteten Achse besteht üblicherweise aus

- einem bzw. mehreren Primärteilen mit oder ohne Halleinheit
- Halleinheit - Adapterbox (Optional)
- einem bzw. mehreren Sekundärteilen mit Permanentmagneten
- Längenmesssystem
- Linearführungen
- Energiezuführungen
- Schlitten- bzw. Maschinenkonstruktion

Zur Kraftvervielfachung können zwei oder mehrere Primärteile mechanisch gekoppelt bzw. mechanisch in Reihe angeordnet werden. Weiterführende Informationen dazu entnehmen Sie bitte [Kap. 9.14.2 "Mehrere Motoren pro Achse"](#) auf Seite 109.

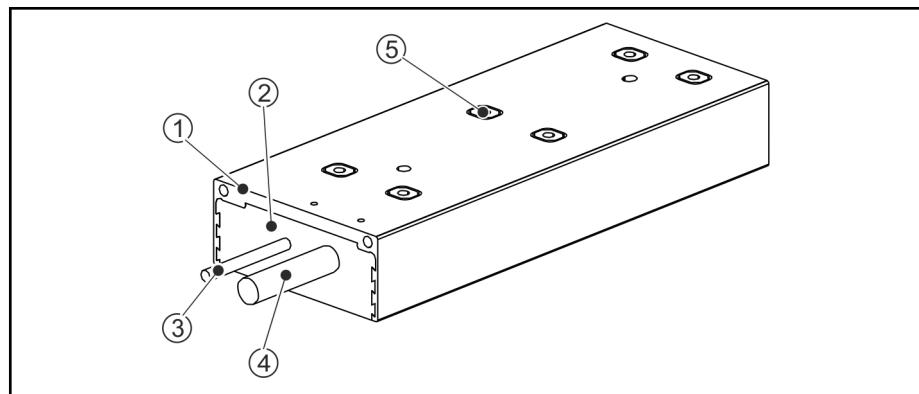


Zum Lieferumfang des Motors gehören Primär- oder Sekundärteil(e) sowie ggf. Halleinheiten und Kabel bzw. Anschlusstechnik. Linearführungen, Längenmesssystem sowie weitere Zusatzkomponenten müssen vom Anwender selbst bereitgestellt werden.

9.2 Motorausführungen

9.2.1 Ausführung Primärteil

Das Primärteil besteht aus einem Aluminiumprofil, in dem das Blechpaket mit Wicklung eingebracht und mit Kunstharz vergossen ist. Im Aluminiumprofil sind Anschraubgewinde zur Montage des Primärteils in die Maschinenkonstruktion eingebracht. Der Verguss dient der mechanischen Festigkeit und der thermischen Optimierung des Primärteils. Er stellt nur einen bedingten Schutz gegen Feuchtigkeit, Fremdkörper oder Berührung elektrisch aktiver Teile dar. Schutz gegen Fremdkörper oder Berührung der elektrisch aktiven Teile ist entsprechend der Schutzart IP40 gewährleistet. Durch den Vergießprozess bedingt, treten gelegentlich kleine Lunker an der Oberfläche des Vergusses auf. Diese sind für die Funktion und die mechanische Festigkeit des Motors irrelevant. Die Kühlung der Motoren erfolgt über die thermische Ankopplung des Primärteils an die Maschine und über natürliche Konvektion.

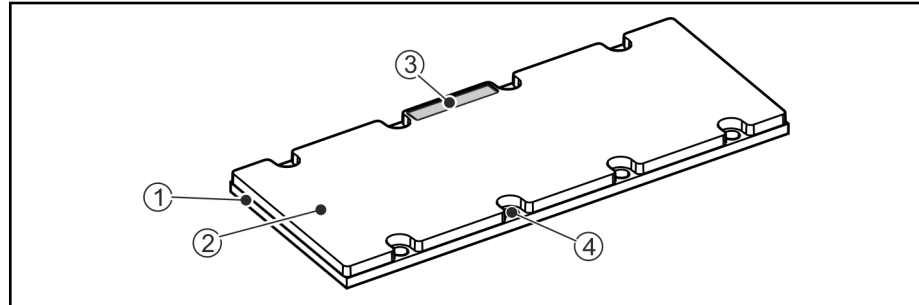


- ① Aluminiumprofil
- ② Vergossenes Blechpaket mit Wicklung
- ③ Temperatursensorkabel
- ④ Leistungskabel
- ⑤ Anschraubgewinde

Abb. 9-1: Primärteil ML3P06

9.2.2 Ausführung Sekundärteil

Die Sekundärteile ML3S bestehen aus einer Grundplatte aus Stahl mit aufgeklebten Permanentmagneten. Die Befestigungsbohrungen befinden sich seitlich neben den Magneten entlang der Fahrstrecke. Um einen hohen Korrosionsschutz zu gewährleisten, sind die Eisenteile des Sekundärteils vernickelt und die Permanentmagnete mit einem Kunstharz vergossen. An einer Längsseite des ML3S befindet sich eine rechteckförmige Referenzmarkierung.



- ① Stahlgrundplatte
- ② Vergossene Magnete
- ③ Referenzmarkierung
- ④ Anschraubbohrungen

Abb. 9-2: Sekundärteil ML3S

9.2.3 Baugrößen und Baulängen

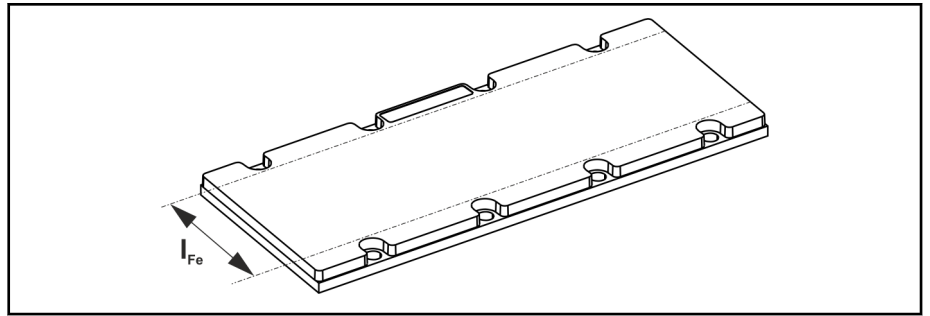
Zur Anpassung an unterschiedliche Vorschubkraft-Anforderungen bietet Bosch Rexroth die ML3-Motoren in einem Baukastensystem mit unterschiedlichen Baugrößen und Baulängen an.

Baugrößen Die Bezeichnung der Baugröße ist von der aktiven Breite l_{Fe} abgeleitet.

Die Breite der Magnete dividiert durch 10 ergibt die Baugröße des Motors.

Beispiel:

$l_{Fe} = 60 \text{ mm} = \text{Baugröße ML3P06 bzw. ML3S06}$



l_{Fe} aktive Breite

Abb. 9-3: Aktive Breite

Nach diesem System beinhaltet das ML3-Baukastensystem folgende Motorbaugrößen:

- ML3P03 / ML3S03
- ML3P06 / ML3S06
- ML3P11 / ML3S11

Baulängen

Primär- und Sekundärteile einer Baugröße sind zusätzlich in unterschiedliche Baulängen abgestuft. Die Kennzeichnung der Länge des Primärteils im Typenschlüssel erfolgt durch Kennbuchstaben wie z. B. A, B, C. Die Kennzeichnung der Länge des Sekundärteils im Typenschlüssel erfolgt direkt durch die Angaben der Länge in mm.



Detailliertere Informationen zu den verfügbaren Baugrößen und Baulängen entnehmen Sie bitte dem Typenschlüssel des Motors im [Kap. 6.1 "Typenschlüssel"](#) auf Seite 61.

Erforderliche Länge des Sekundärteils

Die erforderliche Länge L des Sekundärteils lässt sich folgendermaßen festlegen:

$$L_{ML3S} \geq L_V + L_{ML3P, Fe}$$

L_V Fahrweg

$L_{ML3P, Fe}$ Aktivlänge ML3P (siehe [Abb. 9-8](#))

Abb. 9-4: Ermittlung der erforderlichen Sekundärteillänge



Beachten Sie zur Ermittlung der benötigten Fahrweglänge und damit der Länge der Sekundärteilstrecke auch [Kapitel - Reduzierte Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil](#) auf Seite 104.

9.3 Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen

Die angegebenen Leistungsdaten der Motoren gelten für

- Umgebungstemperaturen 0 ... +40 °C
- Aufstellhöhen von 0 bis 1000 m über NN
- Temperatur der Anschraubfläche auf 20 °C gekühlt (Anbauart A)

Bei abweichenden Bedingungen verringern sich die Daten entsprechend folgender Tabelle:

		Temperatur [°C]								
		20	25	30	35	40	45	50	55	60
Höhe [m]	1000	1	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71
	1500	0,98	0,95	0,92	0,88	0,85	0,81	0,77	0,74	0,69
	2000	0,96	0,93	0,90	0,87	0,83	0,80	0,76	0,72	0,68
	2500	0,95	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,67
	3000	0,93	0,90	0,87	0,84	0,81	0,77	0,74	0,70	0,66

Tab. 9-1: Derating Aufstellhöhe / Umgebungstemperatur



Die Angaben für die Auslastbarkeit in Abhängigkeit von der Aufstellhöhe und Umgebungstemperatur beziehen sich nur auf den Motor. Stellen Sie sicher, dass die reduzierten Daten durch Ihre Anwendung nicht überschritten werden.



Beachten Sie bei der Projektierung unbedingt, welche Umgebungsbedingungen vorliegen. Die in [Kapitel 4 Technische Daten](#) dokumentierten Daten entsprechen der Anbauart A (siehe [Kapitel 9.24 auf Seite 130](#)). In der Regel liegen die ungünstigeren Anbauarten B bis D vor.

9.4 Umweltbedingungen

Umweltbedingungen sind nach DIN EN 60721-3-3 in unterschiedlichen Klassen definiert. Sie beruhen auf weltweit über längere Zeit gemachten Erfahrungen und berücksichtigen alle üblichen Einflussgrößen, die einwirken können, wie z. B. Lufttemperatur und Luftfeuchte.

Die angegebenen Werte entsprechen, sofern nicht anders angegeben, den Werten der jeweiligen Klasse. Bosch Rexroth behält sich jedoch vor, aufgrund zukünftiger Erfahrungen oder veränderter Umwelteinflüsse, die Werte jederzeit anpassen zu können.

Übersicht der im Betrieb zulässigen Klassen von Umweltbedingungen nach DIN EN 60721-3-3

Art der Klassifizierung	zulässige Klasse
Klassifizierung von klimatischen Umweltbedingungen	3K22
Klassifizierung von biologischen Umweltbedingungen	3B1
Klassifizierung von mechanisch-aktiven Stoffen	3S6
Klassifizierung von mechanischen Umweltbedingungen	3M12

Tab. 9-2: Im Betrieb zulässige Klassen von Umweltbedingungen

9.5 Schutzart

Die Ausführung der ML3-Motoren entspricht der Schutzart nach DIN EN 60034-5.

Motorkomponente	Schutzart
Primärteil	IP40 (IP64)
Halleinheit	IP20

Tab. 9-3: Schutzarten an ML3-Motoren



- IP64 - Um die Schutzart über die gesamte Lebensdauer sicherzustellen, muss der Luftspalt frei von Verschmutzung sein. Bewegungen von Leistungs- und Sensorkabel am Motor müssen verhindert werden. Darüber hinaus muss die Montagefläche der Anwendung eine vollständige Abdichtung aufweisen, um zu verhindern, dass Feuchtigkeit über die Gewinde- und Passstiftlöcher eindringt. Unter diesen Bedingungen können ML3-Motoren sporadisch Wasser gemäß IP64 ausgesetzt sein.
- Beachten Sie im Zusammenhang mit den Schutzarten auch die Hinweise unter [Kap. 9.13.4 "Schutz des Motoreinbaumaumes"](#) auf Seite 108.

VORSICHT

Nichtbeachten der Motorschutzart kann zur Beschädigung oder Zerstörung der Motor-komponenten sowie zu Personenschäden führen!

Der Einsatz der Motoren oder Komponenten ist nur in Umgebungen zugelassen, für welche die angegebene Schutzart ausreichend ist.

9.6 Abnahmen und Zulassungen

9.6.1 CE



Für alle ML3-Motoren sind Konformitätserklärungen, die den Aufbau und die Einhaltung der gültigen EN- Normen sowie EG-Richtlinien bestätigen vorhanden. Bei Bedarf können die Konformitätserklärungen über die zuständige Vertriebsniederlassung angefordert werden.

Das CE-Zeichen ist auf dem Motor-Typenschild angebracht.

9.6.2 CSA



Das Prüfzeichen der kanadischen Prüfstelle für den US- und kanadischen Markt weist anerkannte Komponententeile aus, die Bestandteil eines größeren Produkts oder Systems sind. Das CSA-Zeichen mit der Nummer 271353 ist auf dem Motor-Typenschild angebracht.

9.6.3 RoHS

In unserer Herstellererklärung DCTC 30806-1 bestätigen wir die Übereinstimmung unserer Produkte mit der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU "Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten".

9.6.4 China RoHS 2



Die ML3 erfüllen die Anforderungen an RoHS 2.

Das Kennzeichen für RoHS 2-Konformität ist auf dem Motor-Typenschild angebracht. Weitere Hinweise finden Sie im Internet unter www.boschrexroth.com.cn/zh/cn/home_2/china_rohs2.

9.7 Magnetfelder

Beim Betrieb von Elektromotoren entstehen elektromagnetische Felder an stromführenden Teilen und Anschlussleitungen dieser Motoren. Die mit Permanentmagneten bestückten Sekundärteile von Synchron-Linearmotoren und Rotoren von Synchron-Bausatzmotoren sind magnetisch nicht abgeschirmt und erzeugen dauerhaft ein statisches Magnetfeld (Gleichfeld), auch in nicht eingeschaltetem Zustand. Dies wird durch einen Warnaufkleber signalisiert, der außen auf jedem Packstück mit offenen Permanentmagnet-Teilen angebracht ist.

Bei Beachtung aller Vorschriften und Sicherheitsmaßnahmen gehen von Synchron-Bausatzmotoren mit offenen Permanentmagnet-Teilen keine unzulässigen Gefahren aus. Ab einem Abstand von ca. 100 mm von der Oberfläche offener Permanentmagnet-Teile erfolgt praktisch keine wirksame magnetische Anziehung ferromagnetischer Teile mehr. Dennoch wird für Träger von Implantaten ein Sicherheitsabstand von mindestens 1 Meter (1000 mm) empfohlen.

Abhängig von Betriebsort, Transportweg und Lagerung der Maschine oder ihrer Teile gelten regionale Vorschriften und Gesetze, die bei Konstruktion, Transport und Betrieb der Maschine zu beachten sind.

⚠ WARNUNG

Elektromagnetische / magnetische Felder! Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Hörgeräten! Sachschaden.



Gefahr durch magnetische und elektromagnetische Felder an stromführenden Leitern oder Permanentmagneten von Elektromotoren.



Personen mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten oder passiven metallischen Implantaten von diesen Motorteilen fernhalten.



Zutritt zu Bereichen, in denen solche Antriebskomponenten montiert und betrieben werden, ist für oben genannte Personen untersagt bzw. nur nach Rücksprache mit einem Arzt erlaubt.

Magnetische Datenträger, Kreditkarten, Scheckkarten und Ausweise mit Magnetstreifen sowie alle ferromagnetischen Teile von magnetischen Feldern fernhalten. Das Tragen von Schmuck insbesondere aus ferromagnetischen Material ist während der Arbeit an magnetischen Teilen nicht zugelassen.

Schutzmaßnahmen für Bedienpersonal

In der Europäischen Gemeinschaft (EU) legt die Richtlinie 2004/40/EG Mindestanforderungen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch elektromagnetische und magnetische Felder fest. Die für Maschinenhersteller und Maschinenanwender geltenden Vorschriften und Handlungshilfen können u.a. folgenden Dokumenten entnommen werden:

- Norm EN 50499 (DE: DIN EN 50 499, DIN VDE 0808-499)
- Norm EN 50527 (DE: DIN VDE 0848-3)
- in Deutschland: Unfallverhütungsvorschrift BGV/GUV-V B11

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Maschinenhersteller und Maschinenanwender müssen entscheiden, welche Vorschriften vor Ort gelten und welche Sicherheits- und Arbeitsschutzmaßnahmen für Arbeiten in Expositionsbereichen zu ergreifen sind. Maßgeblich sind dabei nicht die elektromagnetischen Eigenschaften einzelner Maschinenteile, sondern die wirksame Gesamtexposition in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern im konkreten Arbeitsbereich.

Konstruktionshinweise

Bei der Konstruktion der Maschine sind geeignete Abdeckungen und Schutzeinrichtungen für den sicheren Maschinenbetrieb vorzusehen.

- Berücksichtigen Sie bei der Maschinenkonstruktion die gültigen Normen und Vorschriften zur Kennzeichnung und Zutrittsbeschränkung von Expositionsbereichen.
- Verhindern Sie Eindringmöglichkeiten von Bedienpersonal in den Bewegungsbereich der Motoren während des Betriebes.
- Verhindern Sie Eindringen und Verbleib von Fremdkörpern, Spänen und Schmutz im Bewegungsbereich der Motoren.

9.8 Geräuschemission

Die Geräuschemission von Synchron-Linearantrieben ist vergleichbar mit herkömmlichen umrichterbetriebenen Vorschubantrieben. Erfahrungsgemäß ist sie von folgenden Faktoren abhängig

- verwendete Linearführungen (geschwindigkeitsabhängige Laufgeräusche),
- verwendetes Längenmesssystem,
- mechanischer Aufbau (mitlaufende Abdeckungen usw.)
- Antriebs- bzw. Regelgeräteeinstellungen (z. B. Schaltfrequenz)

9.9 Thermisches Verhalten

Verlustleistung Die erreichbare Dauervorschubkraft eines Synchron-Linearmotors wird im Wesentlichen durch die beim Energieumwandlungsprozess entstehende Verlustleistung P_V bestimmt. Die Verlustleistung tritt in Form von Wärme auf und darf aufgrund der begrenzten zulässigen Wicklungstemperatur eine bestimmte Höhe nicht überschreiten.



Die maximal zulässige Wicklungstemperatur der Motoren beträgt 110 °C. Im Dauerbetrieb sollten jedoch 100 °C nicht überschritten werden.

Die Gesamtverluste von Synchron-Linearmotoren werden maßgeblich durch die Stromwärmeverluste des Primärteils bestimmt:

$$P_V \approx P_{VI} = \frac{3}{2} \times I^2 \times R_{12} \times f_T$$

$$f_T = 1 + \Delta T \times \alpha_{20}$$

P_V	Gesamtverluste in W
P_{VI}	Stromwärmeverluste in W
I	Strom in Motorzuleitung in A
R_{12}	Elektrischer Widerstand des Motors bei 20 °C in Ohm (siehe Kapitel 4 Technische Daten)
f_T	Faktor temperaturabhängige Widerstandserhöhung
ΔT	Temperaturhub in K
α_{20}	Temperaturkoeffizient von Kupfer in 1/K

Abb. 9-5: Verlustleistung von Synchron-Linearmotoren



Bei Verlustleistungsermittlung nach Abb. 9-5 ist die temperaturbedingte Erhöhung des elektrischen Widerstandes zu berücksichtigen. Bei einer Temperaturerhöhung um beispielsweise 80 K (20 °C auf 100 °C) erhöht sich der elektrische Widerstand um den Faktor $f_T = 1,312$.

Thermische Zeitkonstante

Der Temperaturverlauf über der Zeit wird durch die entstehende Verlustleistung sowie dem Wärmeabgabe- und Speichervermögen des Motors bestimmt. Das Wärmeabgabe- und Speichervermögen einer elektrischen Maschine wird - zu einer Größe zusammengefasst - als thermische Zeitkonstante angegeben.

Die nachfolgende Abbildung (Abb. 9-6) zeigt einen beispielhaften Erwärmungs- und Abkühlvorgang einer elektrischen Maschine. Die thermische Zeitkonstante ist die Zeit, bei welcher 63 % der Endübertemperatur erreicht werden.

In Verbindung mit der Einschaltdauer dienen die Zusammenhänge nach Abb. 9-7 und Abb. 9-9 der Betriebsartendefinition nach DIN EN 60034-1.

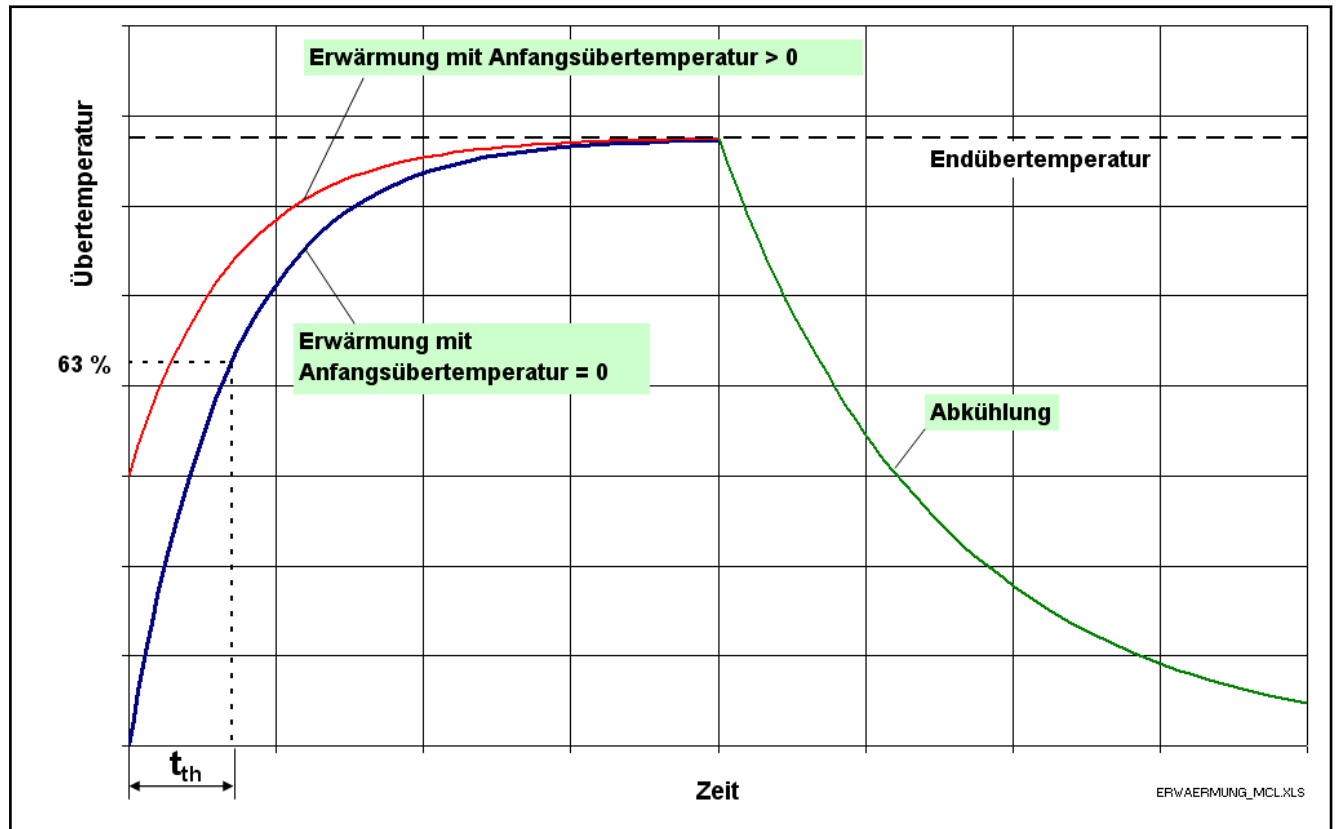


Abb. 9-6: Erwärmung und Abkühlung einer elektrischen Maschine

Erwärmung

$$\vartheta(t) = \vartheta_e \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{t_{th}}} \right) + \vartheta_a \cdot e^{-\frac{t}{t_{th}}}$$

ϑ_e Endübertemperatur in K
 ϑ_a Anfangsübertemperatur in K
 t Zeit in min
 t_{th} Thermische Zeitkonstante in min (siehe Datenblatt des Motors)

Abb. 9-7: Erwärmung (Übertemperatur) einer elektrischen Maschine

Endübertemperatur

Da die Endübertemperatur proportional zur Verlustleistung ist, kann eine Abschätzung der zu erwartenden Endübertemperatur ϑ_e wie folgt ermittelt werden:

$$\vartheta_e = \frac{P_{ce}}{P_{vN}} \cdot \vartheta_{e \max} = \frac{F_{eff}^2}{F_0^2} \cdot \vartheta_{e \max}$$

P_{ce} Dauerverlustleistung bzw. mittlere Verlustleistung über Spieldauer in W

P_{vN} Nennverlustleistung des Motors in W

$\vartheta_{e \max}$ Maximale Endübertemperatur des Motors in K

F_{eff} Effektivkraft in N (aus Anwendung)

F_0 Dauerstillstandskraft des Motors in N (siehe Datenblatt des Motors)

Abb. 9-8: Zu erwartende Endübertemperatur des Motors

Abkühlung

$$\vartheta(t) = \vartheta_e \cdot e^{-\frac{t}{t_{th}}}$$

ϑ_e Endübertemperatur bzw. Abschalttemperatur in K

t Zeit in min

t_{th} Thermische Zeitkonstante in min (siehe Datenblatt Motor)

Abb. 9-9: Abkühlung einer elektrischen Maschine

9.10 Motortemperaturüberwachung

Die Überwachung der Motortemperatur erfolgt durch

- Temperatursensor (Motor) und
- Temperaturmodell (Regelgerät)

und gewährleistet den höchstmöglichen Schutz der Motoren vor irreversiblen Schäden durch thermische Überlastung.

Die Primärteile ML3P sind standardmäßig mit einem in die Motorwicklung integrierten Temperatursensor (KTY83-122) zur Messung der Wicklungstemperatur sowie einem Temperatursensor PTC110-EK (PTC-Einzelelement mit Schaltverhalten) ausgerüstet. Eine allphasige Überwachung ist mit einem einzelnen Temperatursensor nicht möglich. Es ist deshalb möglich, dass eine nicht überwachte Phase im Stillstandsbetrieb mit Dauerströmen nahe dem Nennstrom thermisch überlastet wird, obwohl lediglich Messwerte < 100 °C angezeigt werden. Die ausschließliche Verwendung eines oder beider Temperatursensoren zur Temperaturüberwachung bedeutet für die Primärteile somit keinen ausreichenden Motorschutz.



Eine mögliche Form des zusätzlichen Motorschutzes besteht darin, bei niedriger Geschwindigkeit (< 1 m/min) oder bei Bewegungen über einen kurzen Verfahrweg (< 2 x τ_P) den Motorstrom auf 71 % des zulässigen Stillstandsdauerstroms zu begrenzen. Der zulässige Stillstandsdauerstrom ist abhängig von der Anbauart (siehe [Kap. 9.24 "Thermische Anbindung - Anbauarten"](#) auf Seite 130).

Rexroth Regelgeräte überwachen die Funktionsfähigkeit der Temperatursensoren. Weitere Informationen entnehmen Sie der Funktionsbeschreibung des Regelgeräts. Die Temperatursensoren des ML3P sind ab der Firmware MPx20V18 verfügbar.

Temperatursensor	Parameter P-0-0512
PTC110-EK	9
KTY83-122	10

Tab. 9-4: *Parametereinstellung für Temperatursensoren***Temperatursensor KTY83-122**

KTY83-122	Wert
Widerstand bei 25 °C	min. 1000 ... max. 1020 Ohm
Widerstand bei 100 °C	min. 1650 ... max. 1724 Ohm
Dauerstrom bei 100 °C	2 mA

Tab. 9-5: *Richtwerte KTY83-122*

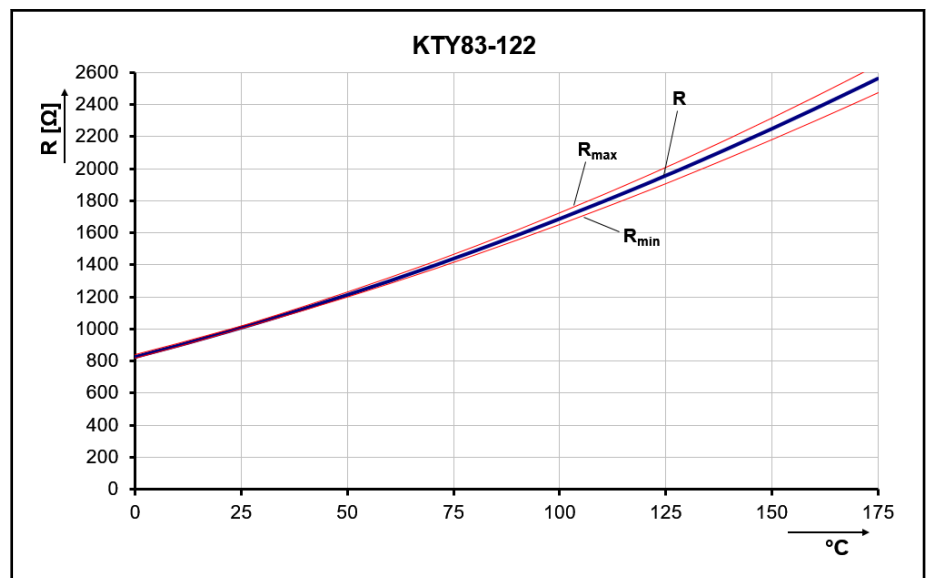
T [°C]	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R [Ω]	972	1010	1049	1130	1214	1301	1392	1487	1585	1687	1792	1900	2012

Tab. 9-6: *Widerstandswerte KTY83-122*

Die Ansprechtemperaturen des Sensors sind

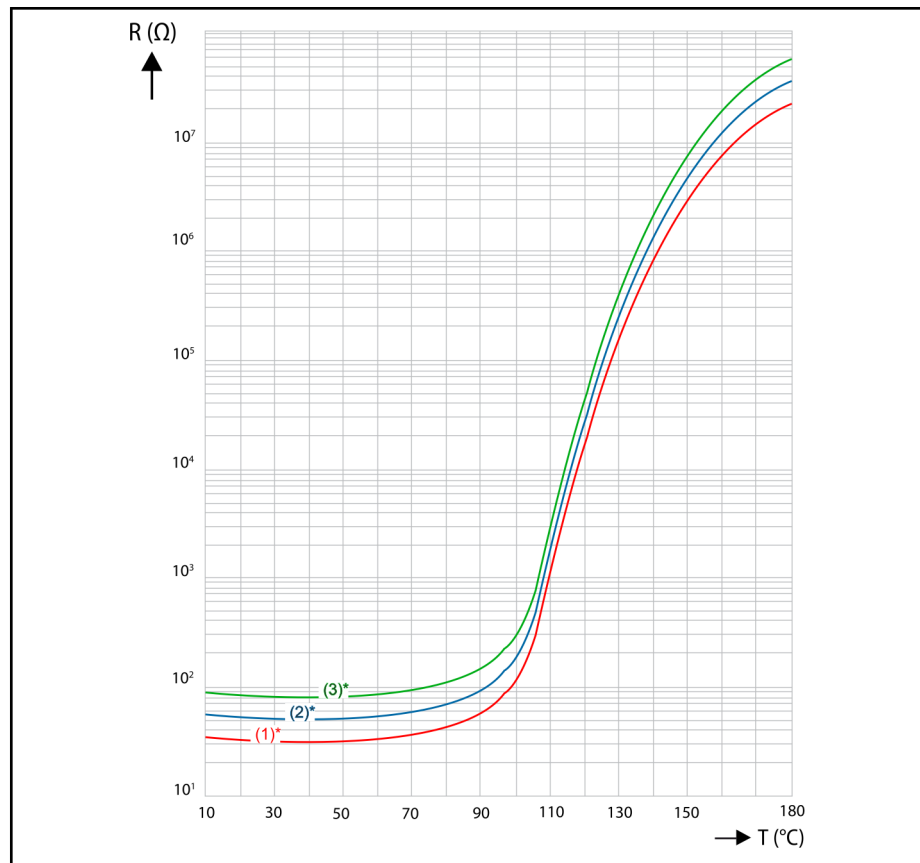
⇒ **100 °C** Vorwarntemperatur

⇒ **110 °C** Abschalttemperatur

Abb. 9-10: *Charakteristik Temperatursensor KTY83-122***Temperatursensor PTC110-EK**

Temperatur	Wert
Bis zu 20°C unter kritischer Temperatur (110°C)	< 250 Ω
Bis zu 5°C unter kritischer Temperatur (110°C)	< 550 Ω
Nomineller Schaltwiderstand (110°C)	1000 Ω
Über kritischer Temperatur (110°C)	> 1330 Ω

Tab. 9-7: *Richtwerte PTC110-EK*



- (1) 1x PTC110-EK bei 1x ML3P
 (2) 2x PTC110-EK bei 2x ML3P
 (3) 4x PTC110-EK bei 4x ML3P

Abb. 9-11: Charakteristik Temperatursensor PTC110-EK



Bei einer Parallelanordnung von mehreren ML3P werden zur Motortemperaturüberwachung die PTC110-EK der Primärteile in Serie geschaltet.

9.11 Vorschubkräfte bei reduzierter Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil

Beim Fahren in den Endlagenbereich einer Achse kann es notwendig sein, dass das Primärteil über das Sekundärteil hinausfährt. Somit kommt es zu einer nur teilweisen Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil.

Sind Primär- und Sekundärteil nur teilweise überdeckt, ergibt sich daraus zwangsweise eine Reduzierung der Vorschubkräfte.

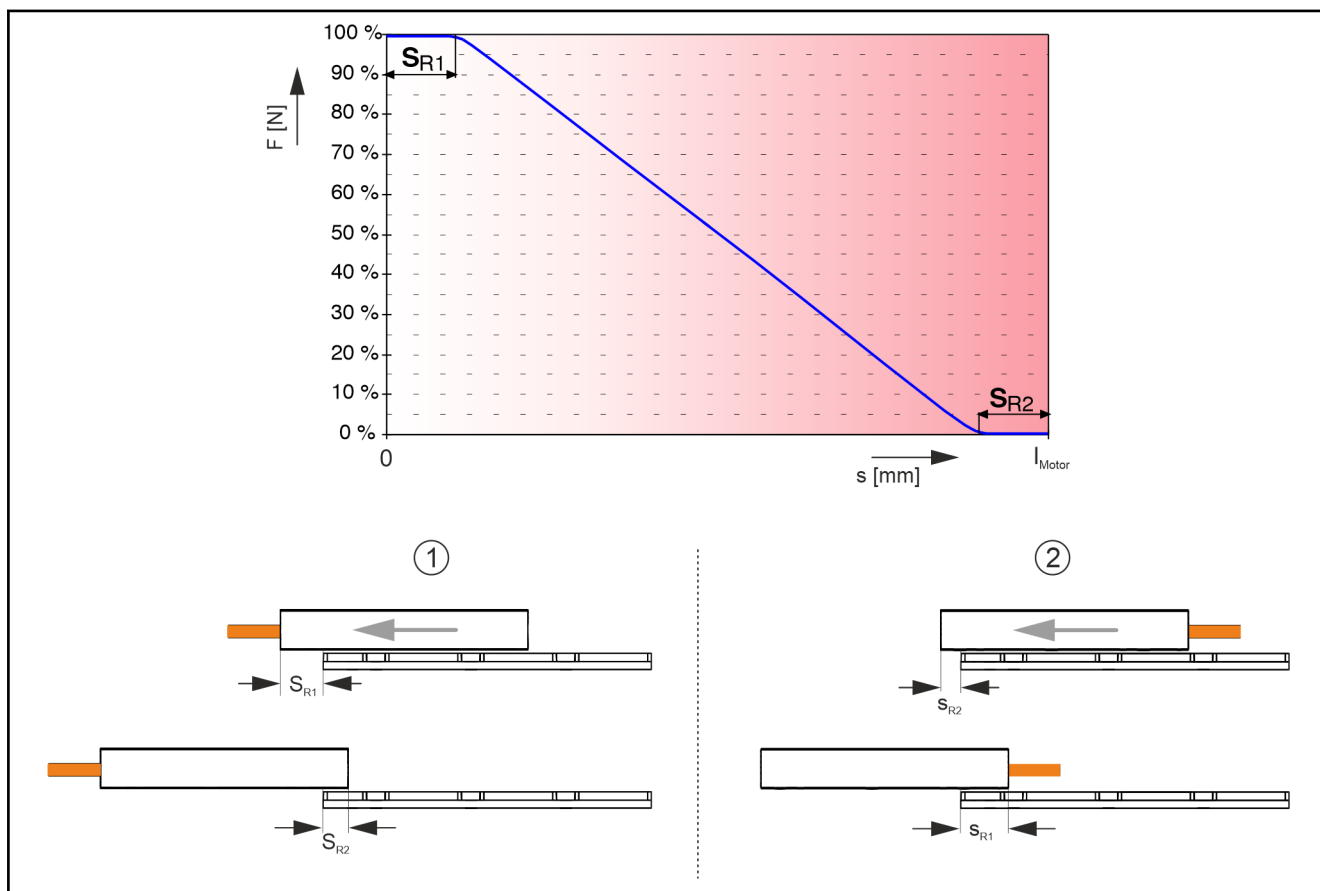


Die teilweise Überdeckung des aktiven Bereichs des Primärteils mit dem Sekundärteil darf nicht im Dauerbetrieb genutzt werden, da es hierbei aufgrund der Regelstrategien zu einer erhöhten Stromaufnahme des Motors kommt. Ab einer gewissen Reduzierung des Überdeckungsgrades sind Instabilitäten im Regelkreis zu erwarten.

Setzen Sie sich im Rahmen der Projektierung der Maschine zunächst mit Ihrem Ansprechpartner von Bosch Rexroth in Verbindung und fragen Sie diesbezüglich nach Applikationsunterstützung.

Einsetzen der Kraftreduzierung

Die Kraftreduzierung außerhalb der Anfangs- und Endbereiche (s_{R1} bzw. s_{R2}) erfolgt linear mit der reduzierten Überdeckungsfläche. Das folgende Diagramm verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Überdeckung von Primär- zu Sekundärteil und resultierender Kraftreduzierung.



①

Variante 1 - Überfahrstrecke Richtung Kabelabgangsseite

②

Variante 2 - Überfahrstrecke Richtung entgegen Kabelabgangsseite

Abb. 9-12: Kraftreduzierung bei nur teilweiser Überdeckung von Primär- und Sekundärteil

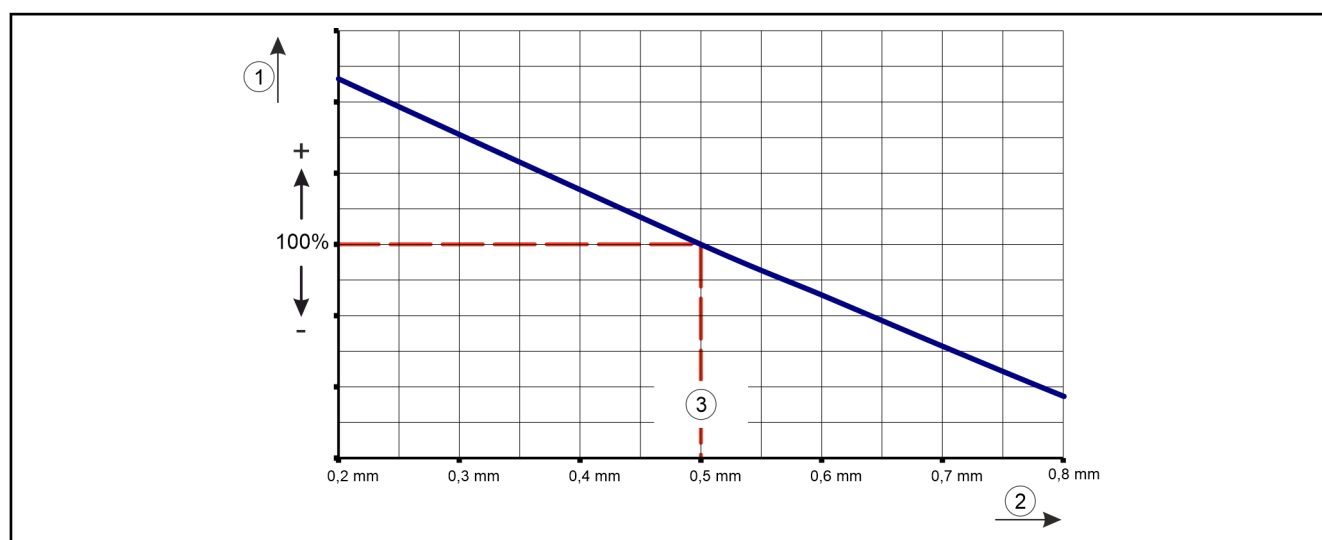
Baulänge ML3P		Aktive Länge	Überfahrstrecke	
		$L_{ML3P,Fe}$ [mm]	s_{R1} [mm]	s_{R2} [mm]
03	A	66	19	8
	B	114	23	6
	D	216	23	2
	F	305,6	26,7	3,7

Baulänge ML3P		Aktive Länge	Überfahrstrecke	
		$L_{ML3P,Fe}$ [mm]	S_{R1} [mm]	S_{R2} [mm]
06	B	114	26	6
	C	164	25	5
	D	216	26	2
	E	257,6	26,2	6,2
	F	305,6	26,7	3,7
	H	440	26	2
11	D	216	26	2
	E	257,6	26,2	6,2
	F	305,6	26,7	3,7
	H	401,6	29,2	3,2
	L	529,6	26,2	6,2

Tab. 9-8: Teilweise Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil

9.12 Luftspaltabhängige Vorschubkraft

Luftspalttoleranzen Die in den technischen Daten spezifizierten Vorschubkräfte beziehen sich auf den angegebenen Nennluftspalt. Die zulässigen Toleranzen für den messbaren Luftspalt wirken sich auf die erreichbaren Vorschubkräfte aus. Die nachfolgende Grafik zeigt diese Abhängigkeit:



- ① Vorschubkraft
- ② Luftspalt
- ③ Motorkraft bei Nennluftspalt

Abb. 9-13: Vorschubkraft innerhalb der Luftspalttoleranz bei Synchron-Linear-motoren ML3

9.13 Anforderungen an die Maschinenkonstruktion

9.13.1 Allgemeines

An die Maschinenkonstruktion wird – abgeleitet aus dem Aufbau und den Eigenschaften linearer Direktantriebe – eine Reihe von Anforderungen gestellt. So ist z. B. eine Minimierung der bewegten Massen bei gleichzeitig hoher Steifigkeit anzustreben.

9.13.2 Massenreduzierung

Um ein hohes Beschleunigungsvermögen zu gewährleisten, muss die Masse der bewegten Maschinenelemente auf ein Minimum reduziert werden. Dies kann durch die Verwendung von Werkstoffen mit geringem spezifischem Gewicht (z. B. Aluminium oder Verbundwerkstoffe) sowie durch konstruktive Maßnahmen (z. B. Fachwerkbauweise) realisiert werden.

Bestehen keine Anforderungen an höchste Beschleunigung, können auch relativ große Massen bewegt werden. Voraussetzung dafür ist eine sehr steife Ankopplung des Motors an die Last.

9.13.3 Mechanische Steifigkeit

Die Steifigkeit der mechanischen Einzelkomponenten innerhalb einer Maschine bestimmt in Verbindung mit der Masse und den daraus resultierenden Resonanzfrequenzen wesentlich die erreichbare Güte der Maschine. Die Steifigkeit einer Bewegungsachse wird durch den mechanischen Gesamtaufbau bestimmt. Ziel bei der Konstruktion muss es sein, den Aufbau der Achse möglichst kompakt zu gestalten.

Eigenfrequenzen

Durch die erhöhte Regelbandbreite linearer Direktantriebe ergibt sich die Notwendigkeit höherer mechanischer Eigenfrequenzen der Maschinenstruktur, um Schwingungsanregungen zu vermeiden.

Um eine ausreichende Regelgüte zu gewährleisten, sollte die innerhalb der Achse auftretende niedrigste Eigenfrequenz 200 Hz nicht unterschreiten. Bei Achsen mit nicht konstanten bewegten Massen (z. B. durch unterschiedliche zu bearbeitenden Werkstücke) ändern sich auch die Eigenfrequenzen, so dass mit höher werdender Masse eine Reduzierung der Eigenfrequenz mit

$$f \approx \sqrt{1/m} \text{ auftritt.}$$

Mechanisch gekoppelte Achsen

Bei der Steifigkeit von kinematisch gekoppelten Achsen ist zu beachten, dass sich die Nachgiebigkeiten der Achsen - sowohl die mechanische, als auch die regelungstechnische Komponente - addieren.

Besteht die Notwendigkeit zur Erzeugung von Bahnbewegungen mehrere Achsen kinematisch zu koppeln (z. B. Kreuztisch oder Portalbauweise), sollten Rückwirkungen der Einzelachsen aufeinander minimiert werden. Bei Maschinen mit mehreren Achsen sind daher kinematische Ketten zu vermeiden. Kritisch sind dabei insbesondere Achskonfigurationen mit langen Auskraglängen, die sich während des Betriebs ändern.

Reaktionskräfte

Ausgelöst durch Beschleunigungs-, Brems- sowie Prozesskräfte der bewegten Achse, können Reaktionskräfte den feststehenden Maschinengrundkörper zu Schwingungen anregen bzw. verformen.

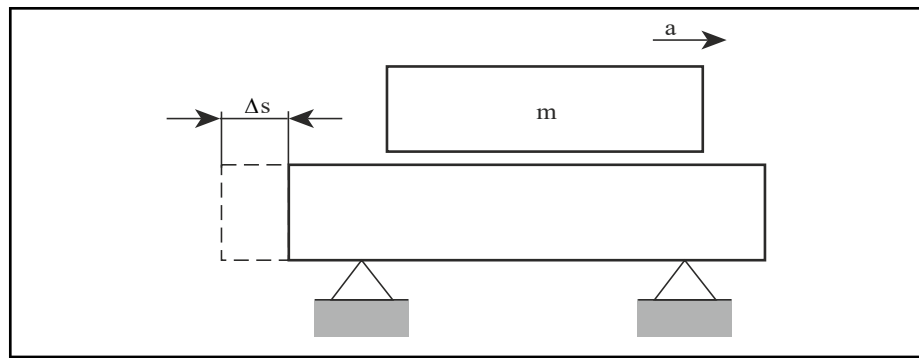


Abb. 9-14: Verformung des Maschinengrundkörpers in Folge der Reaktionskraft während des Beschleunigungsvorganges

$$\Delta s = \frac{m \cdot a}{c} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ m/s}^2}{1000 \text{ N/}\mu\text{m}} = 1 \mu\text{m}$$

Δs	Verformung bzw. Verschiebung des Maschinengrundkörpers in μm
m	Masse in kg
a	Beschleunigung in m/s^2
c	Steifigkeit des Maschinengrundkörpers in $\text{N/}\mu\text{m}$

Abb. 9-15: Berechnungsbeispiel zur Verformung des Maschinengrundkörpers

Anbindung des Längenmesssystems

Der Steifigkeit der Anbindung des Längenmesssystems kommt besondere Bedeutung zu. Ausführungen hierzu erfolgen in [Kap. 9.15 "Längenmesssysteme"](#) auf Seite 118.

9.13.4 Schutz des Motoreinbauraumes

Aufgrund der Schutzart der Motorkomponenten muss dem Schutz des Motoreinbauraumes besondere Beachtung geschenkt werden. Um zu verhindern, dass im Betrieb des Motors Schmutz (z. B. Bearbeitungsrückstände, Späne, Schleifstaub etc.) in den Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil gelangen können, muss der Motoreinbauraum entsprechend den Umweltbedingungen gestaltet werden. Der Motoreinbauraum sollte so gestaltet sein, dass der Schutzart IP65 gemäß DIN EN 60034-5 äquivalente Umgebungsbedingungen gewährleistet sind (siehe hierzu auch [Kap. 9.5 "Schutzart"](#) auf Seite 97).

Berücksichtigen Sie deshalb bereits bei der Auslegung der Maschinenkonstruktion entsprechende Schutzmaßnahmen. Gelangt durch ungenügende Schutzmaßnahmen dennoch Schmutz zwischen die Motorkomponenten, so führt dies während des Betriebs unter Umständen zu

- einem erhöhten Wärmeeintrag bedingt durch die Reibung zwischen den Motorkomponenten. Dabei können Temperaturen entstehen, in deren Folge es zum Motorausfall kommt.
- Schleifspuren und/oder Riefenbildung an den Motorkomponenten, die aufgrund der hohen mechanischen Krafteinwirkung, u.a. zur Zerstörung der Vergussmasse am Primärteil zum Motorausfall führen können.

Beachten Sie, dass ein Eintrag von Schmutz auch indirekt durch Pressluft oder durch andere Maschinenteile (z. B. Fett der Führungen) verursacht werden kann und verhindert werden muss.

Stellen Sie durch regelmäßige Wartung der getroffenen Schutzmaßnahmen sicher, dass diese ihre Funktion dauerhaft erfüllen und die Motorkomponenten nicht beschädigt werden.

9.14 Anordnung der Motorkomponenten

9.14.1 Einzelanordnung

Die Einzelanordnung - unabhängiger Betrieb einzelner Primärteile - ist die am häufigsten vorkommende Anordnungsart. Das Längenmesssystem kann bei einer solchen Anordnung ebenfalls bei einer Maßverkörperung mit zwei oder mehreren Abtastköpfen ausgestattet werden.

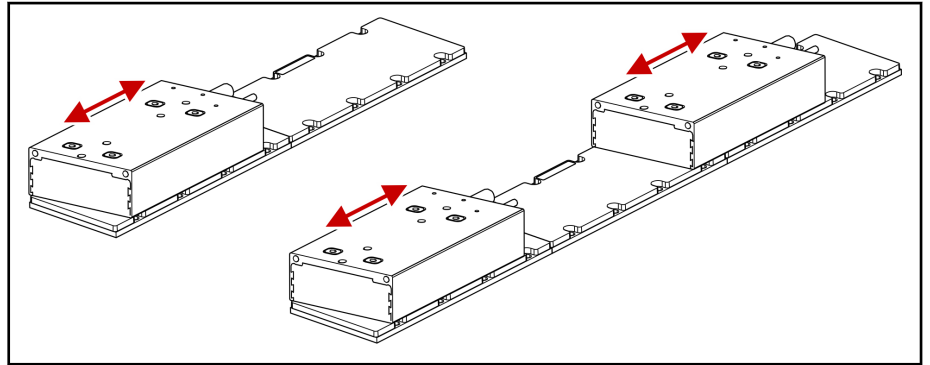
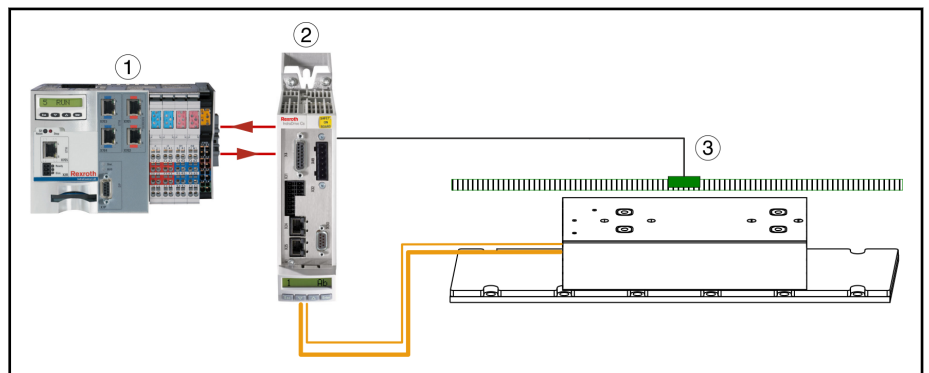


Abb. 9-16: Einzelachsenanordnungen von Primärteilen



- ① Steuerung
- ② Regelgerät
- ③ Längenmesssystem

Abb. 9-17: Ansteuerung eines Linearmotors bei Einzelanordnung der Motor-komponenten

9.14.2 Mehrere Motoren pro Achse

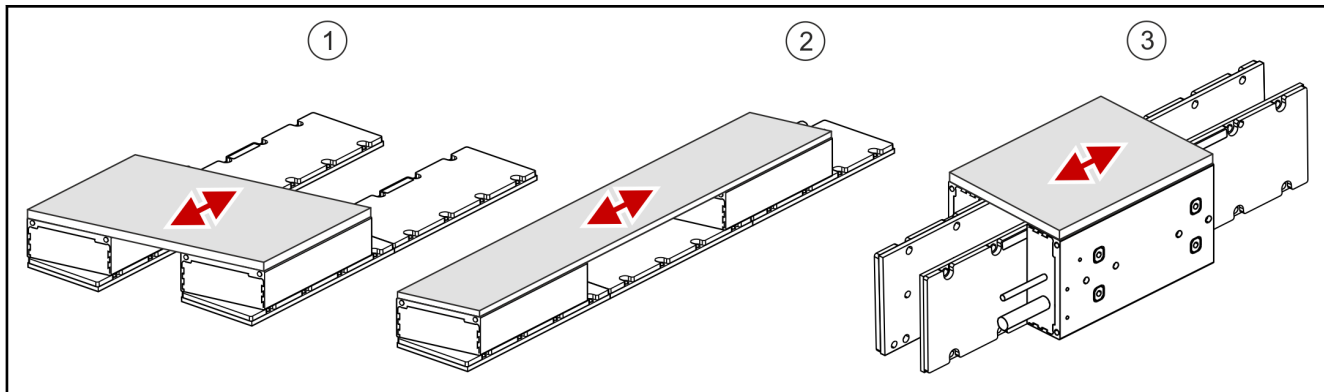
Allgemeines

Die Anordnung mehrerer Motoren pro Achse bietet folgende Vorteile:

- Vervielfachung der Vorschubkräfte
- Optimierung der Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Bauraumes

Die Ansteuerung der Motoren kann dabei je nach Anwendungsfall auf zwei unterschiedliche Arten erfolgen:

- Zwei oder mehrere Motoren an einem Antriebsregelgerät und einem Längenmesssystem (Parallelschaltung)
- Zwei oder mehrere Motoren an zwei Antriebsregelgeräten und zwei Längenmesssystemen (Gantry-Anordnung)

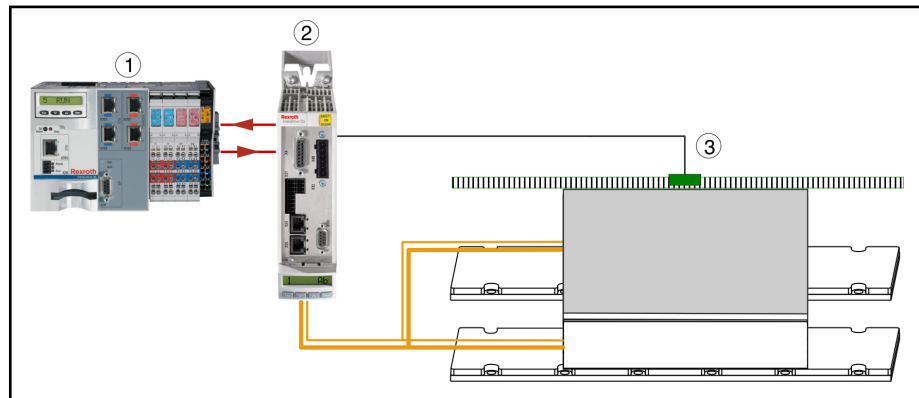


- ① Es können zwei Längsmassstäbe mit zwei Abtastköpfen verwendet werden oder ein Längsmaßstab wird zwischen die beiden Fahrwege montiert und kann mit zwei Sensorköpfen abgetastet werden
- ② Bei zwei Motoren auf der gleichen Strecke kann ein Längsmaßstab mit zwei Abtastköpfen genutzt werden
- ③ Doppelkammeranordnung; Es können zwei Längsmassstäbe mit zwei Abtastköpfen verwendet werden oder ein Längsmaßstab wird zwischen die beiden Fahrwege montiert und kann mit zwei Sensorköpfen abgetastet werden

Abb. 9-18: Anordnung mehrerer Motoren pro Achse

Parallelschaltung: Mehrere Primärteile nebeneinander

Die Anordnung von zwei oder mehreren Primärteilen an einem Antriebsregelgerät in Verbindung mit einem Längenmesssystem wird als Parallelschaltung bezeichnet.



- ① Steuerung
② Regelgerät
③ Längenmesssystem

Abb. 9-19: Parallelschaltung zweier Primärteile an einem Antriebsregelgerät in Verbindung mit einem Längenmesssystem

Um einen erfolgreichen Betrieb zu gewährleisten, müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

- Verwendung identischer Primärteile und gleicher Streckenlänge
- Steife Kopplung der Motoren innerhalb der Achse
- Lageversatz der Primärteile zueinander $< 0,5 \text{ mm}$ in Vorschubrichtung
- Lageversatz der Sekundärteile zueinander $< 0,5 \text{ mm}$ in Vorschubrichtung
- Last möglichst ortsfest und symmetrisch zu den Motoren angeordnet

Die Ermittlung des einzuhaltenden Abstandes ist abhängig von der Richtung des Kabelabganges und vom zulässigen Biegeradius des Leistungskabels.

Parallelschaltung: Doppelkammanordnung

Bei Parallelschaltung können die Primärteile in Vorschubrichtung in Form einer sogenannten Doppelkammanordnung, mechanisch gekoppelt, angeordnet werden (siehe [Abb. 9-18](#)). Neben der Kraftvervielfachung werden die Anziehungskräfte zwischen Primär- und Sekundärteil dabei nach außen kompensiert. Die Linearführungen sind – bei entsprechender Anordnung – nicht zusätzlich belastet und können unter Umständen auch kleiner ausgelegt werden. Auch hier gilt:

- Identische Primär- und Sekundärteile
- Kopplung der Motoren innerhalb der Achse sehr steif
- Lageversatz der Primärteile zueinander < 1 mm in Vorschubrichtung
- Lageversatz der Sekundärteile zueinander < 1 mm in Vorschubrichtung
- Gleiche Polfolge der Sekundärteile zueinander
- Last möglichst ortsfest und symmetrisch zu den Motoren angeordnet



Bei einer Doppelkammanordnung muss **kein** Mindestabstand zwischen den beiden Sekundärteilanschraubflächen eingehalten werden.

Parallelschaltung: Mehrere Primärteile hintereinander

Bei Parallelschaltung können die Primärteile in Vorschubrichtung auch hintereinander, mechanisch gekoppelt, angeordnet werden.

Um hierbei einen erfolgreichen Betrieb zu gewährleisten, müssen die identischen Primärteile in einem bestimmten Raster zueinander angeordnet werden. Die Ermittlung des einzuhaltenden Rastermaßes ist abhängig von der Richtung des Kabelabganges und vom zulässigen Biegeradius des Leistungskabels.

Kabelabgang in die gleiche Richtung

Bei der Anordnung der Primärteile hintereinander mit Kabelabgang in die gleiche Richtung nach [Abb. 9-20](#) muss ein Abstand x_p eingehalten werden.

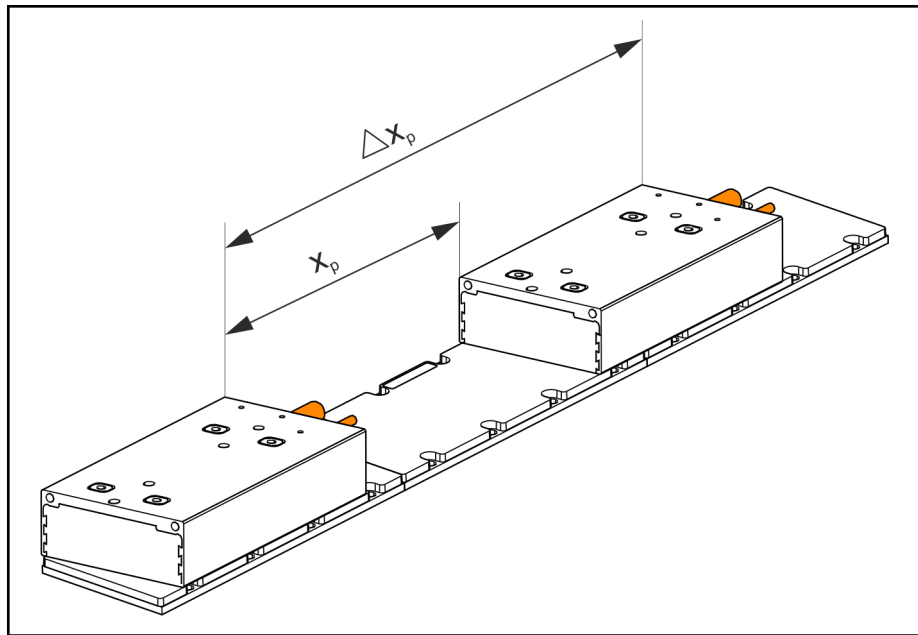


Abb. 9-20: Anordnung der Primärteile hintereinander bei Kabelabgang in die gleiche Richtung

$$x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{p \min}$$

$$x_p > R$$

x_p	Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
n	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)
$x_{p \min}$	kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe Tab. 9-9)
R	Zulässiger Biegeradius des Anschlusskabels (siehe Tab. 8-4)

Abb. 9-21: Ermittlung des Abstandes x_p zwischen den Primärteilen bei gleicher Richtung des Kabelabganges

Das Rastermaß Δx_p nach [Abb. 9-20](#) muss ein ganzzahliges Vielfaches der doppelten Polweite sein. Dabei ist immer der gleiche Bezugspunkt an beiden Primärteilen zu verwenden, z. B. die gleiche Befestigungsbohrung oder die gleiche Primärteil-Stirnseite.

$$\Delta x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p$$

Δx_p	Erforderliches Rastermaß zwischen den Primärteilen in mm
x_p	Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
n	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)

Abb. 9-22: Ermittlung des Rastermaßes zwischen den Primärteilen bei gleicher Richtung des Kabelabganges

Der Abstand x_p zwischen den Primärteilen nach [Abb. 9-20](#) darf folgende Mindestabstände $x_{p \min}$ nicht unterschreiten:

$$X_p \geq X_{p \min}$$

x_p Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm

$x_{p \min}$ kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe [Tab. 9-9](#))

Abb. 9-23: Kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen

Primärteil	Abstand $x_{p \min}$	Phasenfolge L1 / L2 / L3	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
ML3P03-A	35 mm	U-V-W	W-U-V
ML3P03-B	49 mm		U-V-W
ML3P03-D	47 mm		U-V-W
ML3P03-F	48 mm		U-V-W
ML3P06-B	46 mm		U-V-W
ML3P06-C	46 mm		U-V-W
ML3P06-D	44 mm		U-V-W
ML3P06-E	46 mm		U-V-W
ML3P06-F	48 mm		U-V-W
ML3P06-H	60 mm		U-V-W
ML3P11-D	60 mm		V-W-U
ML3P11-E	62 mm		V-W-U
ML3P11-F	48 mm		U-V-W
ML3P11-H	62 mm		V-W-U
ML3P11-L	56 mm		U-V-W

*) Bezugsmotor zur Ermittlung der Geberpolarität und Kommutierungseinstellung ist immer Primärteil 1

Tab. 9-9: Abstand und Phasenfolge bei Anordnung der Primärteile hintereinander bei Kabelabgang in die gleiche Richtung

Kabelabgang in die entgegengesetzte Richtung (Variante 1: Rücken an Rücken)

Bei der Anordnung der Primärteile nach [Abb. 9-24](#) muss ein definierter Abstand x_p zwischen den Primärteil-Stirnseiten eingehalten werden.

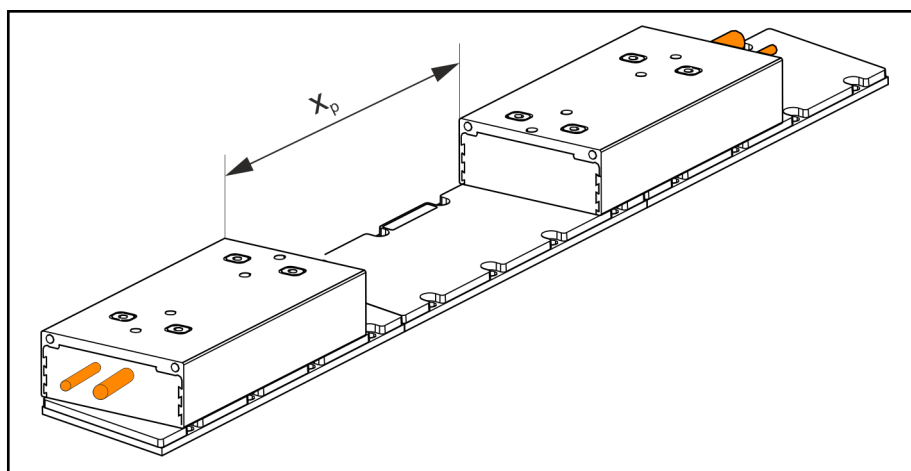


Abb. 9-24: Variante 1: Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang

$$x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{p \min}$$

x_p	Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
n	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)
$x_{p \min}$	kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe Tab. 9-10)

Abb. 9-25: Ermittlung Abstand zwischen den Primärteilen bei entgegengesetzter Richtung des Kabelabganges



Bei der Bestimmung des korrekten Primärteilabstandes nach [Abb. 9-24](#) kann nur der Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten als Bezugspunkt verwendet werden.

Primärteil	Abstand x_{pmin}	Phasenfolge L1 / L2 / L3	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
ML3P03-A	14	U-V-W	W-V-U
ML3P03-B	2		V-U-W
ML3P03-D	4		V-U-W
ML3P03-F	7		V-U-W
ML3P06-B	2		V-U-W
ML3P06-C	2		V-U-W
ML3P06-D	4		V-U-W
ML3P06-E	2		V-U-W
ML3P06-F	7		V-U-W
ML3P06-H	4		W-V-U
ML3P11-D	4		V-U-W
ML3P11-E	2		V-U-W
ML3P11-F	7		V-U-W
ML3P11-H	8		V-U-W
ML3P11-L	6		U-W-V

*) Bezugsmotor zur Ermittlung der Geberpolarität und Kommutierungseinstellung ist immer Primärteil 1

Tab. 9-10: Abstand und Phasenfolge bei Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang (Variante 1)

Kabelabgang in die entgegengesetzte Richtung (Variante 2: Kabel zueinander)

Bei der Anordnung der Primärteile nach Abb. 9-26 muss ein definierter Abstand x_p zwischen den Primärteil-Stirnseiten eingehalten werden.

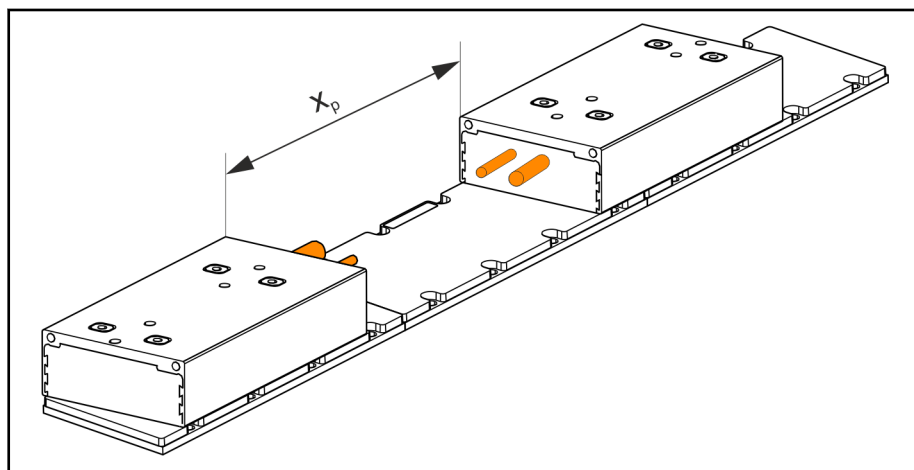


Abb. 9-26: Variante 2: Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang

$$x_p = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{p \min}$$

$$x_p > R$$

x_p	Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
n	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)
$x_{p \min}$	kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe Tab. 9-11)
R	Zulässiger Biegeradius des Anschlusskabels (siehe Tab. 8-4)
Abb. 9-27:	Ermittlung des Abstandes x_p zwischen den Primärteilen bei gleicher Richtung des Kabelabganges



Bei der Bestimmung des korrekten Primärteilabstandes nach [Abb. 9-26](#) kann nur der Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten als Bezugspunkt verwendet werden.

Primärteil	Abstand $x_{p \min}$	Phasenfolge L1 / L2 / L3	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
ML3P03-A	40	U-V-W	W-V-U
ML3P03-B	48		V-U-W
ML3P03-D	42		V-U-W
ML3P03-F	41		V-U-W
ML3P06-B	42		V-U-W
ML3P06-C	42		V-U-W
ML3P06-D	52		U-W-V
ML3P06-E	42		V-U-W
ML3P06-F	41		V-U-W
ML3P06-H	52		U-W-V
ML3P11-D	52		U-W-V
ML3P11-E	58		U-W-V
ML3P11-F	57		U-W-V
ML3P11-H	52		U-W-V
ML3P11-L	58		U-W-V

*) Bezugsmotor zur Ermittlung der Geberpolarität und Kommutierungseinstellung ist immer Primärteil 1

Tab. 9-11: Mindestabstand und Phasenfolge bei Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang (Variante 2)

Gantry-Anordnung

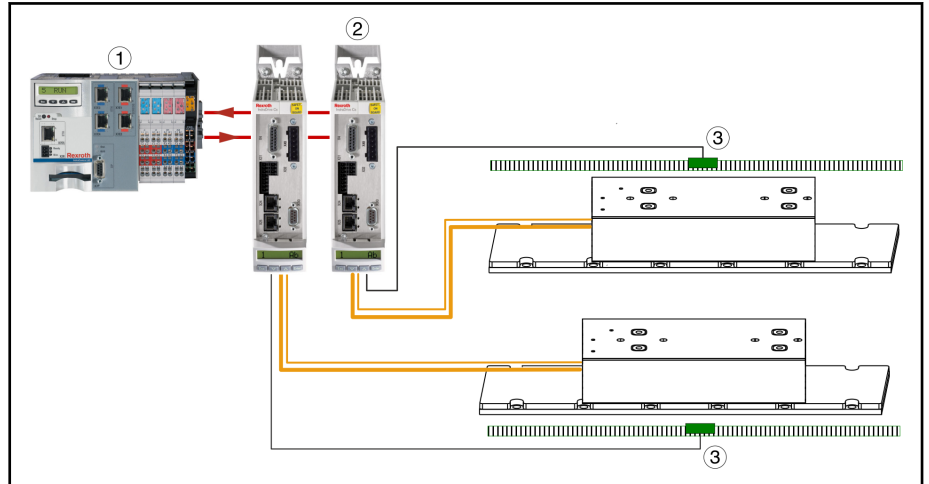
Ergeben sich während des Betriebs örtlich und zeitlich unterschiedliche Lastverhältnisse und kann eine ausreichende Steifigkeit zwischen den Motoren nicht gewährleistet werden, ist der Betrieb mit zwei Längenmesssystemen und Antriebsregelgeräten (Gantry-Anordnung) vorzusehen. Dies ist zum Beispiel bei Achsen in Portalbauweise häufig der Fall.



Innerhalb einer Gantry-Anordnung können auch parallelgeschaltete Motoren eingesetzt werden.

Doppelkammanordnung (Gantry)

Innerhalb einer Gantry-Anordnung können die Primärteile in Vorschubrichtung in Form einer so genannten Doppelkammanordnung, mechanisch gekoppelt, angeordnet werden.



- ① Steuerung
- ② Regelgerät (2 Stück)
- ③ Längenmesssystem (2 Stück)

Abb. 9-28: Gantry-Anordnung (Doppelkamm)

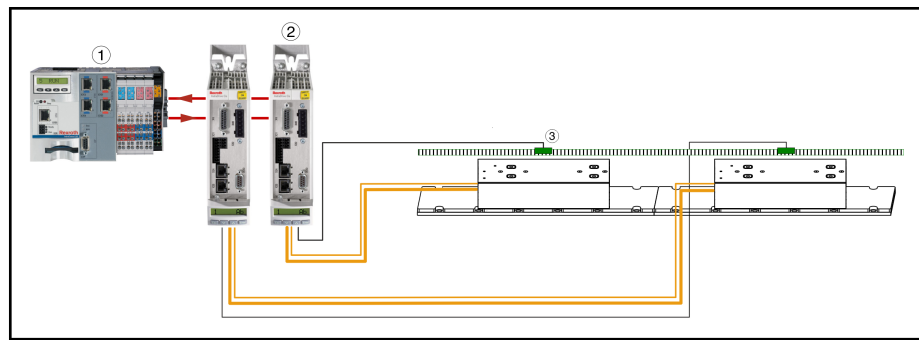
Bei dieser Anordnung ist zu beachten, dass zwar der Lageversatz minimiert wird, jedoch die Motoren unter Umständen unsymmetrisch belastet werden. Dies kann zur Folge haben, dass die Motoren durch die somit stets vorhandene Grundlast im allgemeinen höher belastet werden als bei einer Einzelanordnung. Bei der Antriebsauswahl muss dies berücksichtigt werden.



Die unsymmetrische Belastung kann durch eine genaue Ausrichtung der Längenmesssysteme, Primär- und Sekundärteile zueinander sowie durch die antriebsinterne Achsfehlerkorrektur auf ein Minimum reduziert werden.

Anordnung der Primärteile hintereinander (Gantry)

Die Primärteile können in Vorschubrichtung auch hintereinander, mechanisch gekoppelt, angeordnet werden.



- ① Steuerung
 ② Regelgerät (2 Stück)
 ③ Längenmesssystem (1 Maßstab, 2 Sensorköpfe)

Abb. 9-29: Gantry-Anordnung (Primärteile hintereinander)

9.14.3 Anordnung der Sekundärteile

Bei der Montage muss auf die Orientierung der Sekundärteile geachtet werden. Um die korrekte Ausrichtung zu vereinfachen, sind die ML3S auf einer Längsseite mit einer Referenzmarkierung flächig gekennzeichnet (siehe [Abb. 9-2](#)). Werden die Felder immer auf die gleiche Seite der Strecke positioniert, ist die korrekte Polfolge gewährleistet.

Zur Ausrichtung und Befestigung der Sekundärteile beachten Sie bitte die Hinweise unter [Kap. 11.4 "Montage der Sekundärteilsegmente"](#) auf Seite 144.

9.14.4 Vertikale Achsen

⚠ VORSICHT

Unkontrollierte Bewegung! Verletzungsgefahr!

Motoren in vertikalen Achsen sind bei Abschaltung der Leistung nicht selbsthemmend. Absinken der Achse durch entsprechende Haltevorrichtungen verhindern.



- An vertikalen Achsen wird der Einsatz eines absoluten Messsystems empfohlen.
- Inkrementelle Messsysteme können nur verwendet werden, wenn zusätzlich zur Haltevorrichtung eine Halleinheit verwendet wird.

Gewichtsausgleich

Durch den zusätzlichen Einsatz eines Gewichtsausgleichs ist sichergestellt, dass der Motor nicht unnötig durch Haltekräfte thermisch belastet wird und das Beschleunigungsvermögen der Achse unabhängig von der Bewegungsrichtung ist. Der Gewichtsausgleich kann pneumatisch oder hydraulisch erfolgen. Ein Gewichtsausgleich mit einem Gegengewicht eignet sich nicht, da das Gegengewicht mit beschleunigt werden muss.

9.15 Längenmesssysteme

9.15.1 Allgemeines

Zur Positions- und Geschwindigkeitserfassung wird ein Längenmesssystem benötigt. An das Längenmesssystem und dessen mechanische Ankopplung werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Das Längenmesssystem

dient der hochaufgelösten Positionserfassung sowie der Ermittlung der Ist-Geschwindigkeit.



Das Längenmesssystem ist nicht Bestandteil des Lieferumfangs von Bosch Rexroth und ist vom Maschinenhersteller selbst bereitzustellen und einzubauen (siehe auch [Tab. 9-12 "Bezugsquellen von Längenmesssystemen" auf Seite 120](#)).

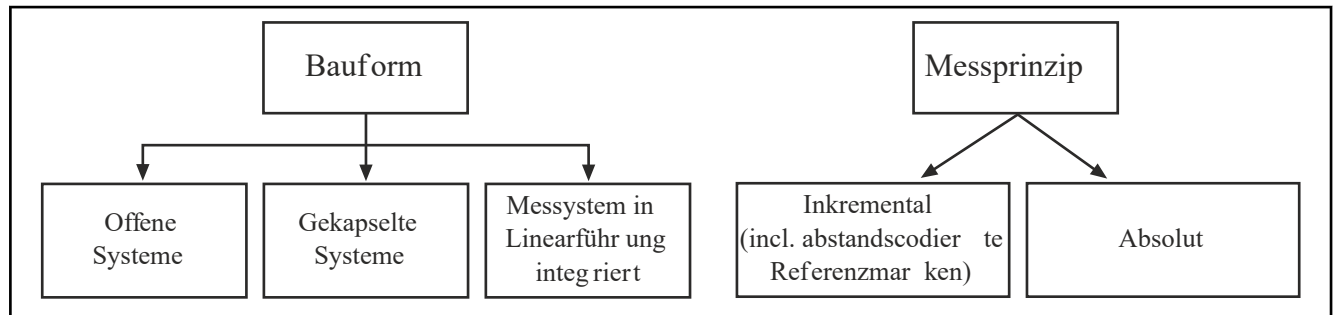


Abb. 9-30: Einteilung von Längenmesssystemen

Bei Synchron-Linearmotoren ist es prinzipbedingt erforderlich, die Position des Primärteils bezogen auf das Sekundärteil bereits sofort nach dem Einschalten bzw. nach einer Störung zu erhalten (Pollageerkennung). Der Einsatz eines absoluten Längenmesssystems ist hier die optimale Lösung.

Analoge Halleinheit als Längenmesssystem

Die analoge Halleinheit kann auch als inkrementelles Längenmesssystem verwendet werden. Die Parametrierung ist die gleiche wie bei einem inkrementellem Längenmesssystem. Als Auflösung ist die Polpaarweite des eingesetzten Linearmotors zu verwenden.

Systembedingt ist jedoch mit einer geringeren Genauigkeit als bei herkömmlichen Längenmesssystemen zu rechnen. Allerdings entspricht die Wiederholgenauigkeit der eines herkömmlichen Längenmesssystems.

9.15.2 Auswahlkriterien Längenmesssystem

Allgemeines

Je nach Einsatzbedingungen sind offene oder gekapselte Längenmesssysteme mit unterschiedlichen Messprinzipien und Signalperioden einsetzbar. Die Auswahl eines geeigneten Längenmesssystems richtet sich vor allem nach:

- der maximalen Verfahrensgeschwindigkeit (Bauform, Signalperiode)
- dem maximalen Verfahrbereich (Messlänge, Bauform)
- eventuellem Einsatz von Kühlschmierstoffen (Bauform)
- anfallendem Schmutz, Späne usw. (Bauform)
- den Genauigkeitsanforderungen (Signalperiode)

Bezugsquellen von Längenmesssystemen



Linearführungssysteme sind nicht Bestandteil des Motors und müssen separat bestellt werden. Die Auswahl eines geeigneten Linearführungssystems liegt im Verantwortungsbereich des Maschinenherstellers. Achten Sie bei der Auswahl eines Längenmesssystems darauf, dass dieses sinus- anstelle rechteckförmiger Ausgangssignale verwendet. Mit sinusförmigen Ausgangssignalen wird über die spezielle Auswerteelektronik unseres Regelgerätes eine deutlich höhere Positionsauflösung und bessere Positioniergenauigkeit erreicht. Siehe hierzu auch [Kap. 9.22 "Lage- und Geschwindigkeitsauflösung"](#) auf Seite 128.

Die folgende Auswahl ist beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auch Produkte anderer Hersteller können problemlos verwendet werden, entsprechend der Geberschnittstelle des verwendeten Regelgeräts.

Bosch Rexroth AG Linear- und Montagetechnik	Maria-Theresien-Straße 23 97816 Lohr am Main, Deutschland info@boschrexroth.de http://www.boschrexroth.com/business_units/brl/de/ (Integriertes Messsystem für Profilschienenführungen)
Renishaw GmbH	Karl-Benz Straße 12 72124 Pliezhausen, Deutschland http://www.renishaw.de/
SIKO GmbH	Weihermattenweg 2 79256 Buchenbach, Deutschland info@siko.de http://www.siko.de/
NUMERIK JENA GmbH	Ilmstraße 4 07743 Jena, Deutschland applikation@numerikjena.de http://www.numerikjena.de/
SICK AG	Erwin-Sick-Straße 1 79183 Waldkirch, Deutschland http://www.sick.com/
AMO Automatisierung Messtechnik Optik GmbH	NÖFING 4 A-4963 ST. PETER AM HART office@amo.at http://www.amo-gmbh.com
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH	Postfach 1260 83292 Traunreut, Deutschland info@heidenhain.de http://www.heidenhain.de/

Tab. 9-12: Bezugsquellen von Längenmesssystemen



- Zur Gewährleistung maximaler Störsicherheit wird von Rexroth als Spannungsschnittstelle 1 V_{SS} empfohlen.
 - Für detaillierte und aktuelle Informationen sind die Unterlagen der entsprechenden Hersteller zu verwenden.
-

Messsystemkabel

Für die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang des Längenmesssystems und dem Eingang der Auswerteelektronik sind bei Rexroth entsprechend konfektionierte Kabel in Vorbereitung. Zur Sicherstellung einer maximalen Übertragungs- und Störsicherheit sind konfektionierte Kabel von Rexroth (siehe [Tabelle 8-4](#)) zu verwenden.

9.16 Linearführungssysteme

Linearführungssysteme für Linearmotoren sind, abhängig von der Motoranordnung, durch die Vorschub- und Prozesskräfte sowie durch heute erreichbare Geschwindigkeiten gefordert. Das eingesetzte Linearführungssystem muss die Prozess- und Beschleunigungskräfte aufnehmen können.



Durch die Anziehungskräfte zwischen Primär- und Sekundärteil können die Reibkräfte in den Führungen erhöht werden.

Folgende Linearführungssysteme finden je nach Einsatzgebiet Verwendung:

- Kugel- oder Rollschienenführungen
- Gleitführungen
- Hydrostatische Führungssysteme
- Aerostatische Führungssysteme

Bei der Auswahl eines geeigneten Linearführungssystems sollten folgende Anforderungen berücksichtigt werden:

- hohe Genauigkeit und Spielfreiheit
- geringe Reibung sowie kein Stick-Slip-Effekt
- hohe Steifigkeit
- ruhiger Lauf auch bei hohen Geschwindigkeiten
- leichte Montage und Justage

Hersteller Linearführungssysteme

In Kombination mit unseren Motoren empfehlen wir Produkte aus unserem Bereich der Linear- und Montagetechnik einzusetzen.

Bosch Rexroth Linear- und Montagetechnik	Maria-Theresien-Str. 23 97816 Lohr am Main, Deutschland info@boschrexroth.de http://www.boschrexroth.com/
--	---

Tab. 9-13: Hersteller von Linearführungssystemen

9.17 Bremssysteme und Haltevorrichtungen

Als Bremssystem bzw. Haltevorrichtung für Linearmotoren können folgende Systeme zum Einsatz kommen:

- Externe Bremseinrichtungen
- Klemmelemente für Linearführungen
- In Gewichtsausgleich integrierte Haltebremsen



Weitere Ausführungen zum Stillsetzen von Linearmotoren erfolgen im [Kap. 9.18 "Endlagendämpfer "](#) auf Seite 123 und [Kap. 9.21 "Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall "](#) auf Seite 125 sowie in der entsprechenden Funktionsbeschreibung des Antriebsregelgerätes.

9.18 Endlagendämpfer

WARNUNG

Beschädigungen von Maschine und Motorkomponenten durch Fahren gegen Festanschlag!

- ⇒ Einsatz geeigneter energieabsorbierender Endlagendämpfer
- ⇒ Einhaltung der vorgegebenen maximalen Verzögerungen

Zum Schutz vor Maschinenschaden bei unkontrolliertem Auslaufen einer Achse müssen geeignete energieabsorbierende Endlagendämpfer vorgesehen werden.

Wird die maximale Verzögerung überschritten, kann dies zum Lösen des Primärteils und zur Beschädigung der Motorkomponenten führen.



- Die maximal zulässige Verzögerung beim Fahren gegen einen Festanschlag ist durch einen geeigneten energieabsorbierenden Endlagendämpfer auf **250 m/s²** zu begrenzen.
- Bei der Integration der Endlagendämpfer in die Maschine, vor allem bei der Festlegung des Gesamtverfahrwegs, ist der entsprechend notwendige Federweg der Stoßdämpfer zu berücksichtigen.

9.19 Achsabdecksysteme

Durch Aufbau, Funktionsprinzip und Leistungsmerkmale von Synchron-Linearmotoren ergeben sich je nach Einsatzgebiet u.a. folgende Anforderungen an Achsabdecksysteme:

- Hohe Dynamik (kein Nachschwingen, geringe Massen)
- Genauigkeit und Leichtlauf
- Schutz der Motorkomponenten vor Spänen, Staub und Fremdkörpern (vor allem ferromagnetische),
- Beständigkeit gegen Öle und Kühlschmierstoffe
- Robustheit und Abriebbeständigkeit

Es können verschiedene Abdecksysteme zum Einsatz kommen, wie z. B. Faltenabdeckungen, Teleskopabdeckungen oder Rolloabdeckungen. Die Projektierung eines geeigneten Achsabdecksystems sollte möglichst im frühen Entwicklungsprozess der Maschine oder Anlage - unterstützt durch entsprechend spezialisierte Zulieferer stattfinden.

Verwendung von Abdeckblechen am Sekundärteil

Zum mechanischen Schutz der Sekundärteile können Abdeckbleche eingesetzt werden.



Beim Einsatz von Abdeckblechen ist zu beachten, dass der geforderte Luftspalt zwischen den Motorkomponenten erhalten bleibt. Um dies zu erreichen muss die Einbauhöhe um das gleiche Maß wie die Dicke des Abdeckblechs erhöht werden. Beachten Sie zum Abdeckblech die Angaben unter [Kap. 7.3 "Abdeckblech für Sekundärteil"](#) auf Seite 73.

⚠ VORSICHT

**Beschädigung oder Zerstörung von Motor-
komponenten durch den Einsatz von Ab-
deckblechen!**

- Wird die Einbauhöhe des Motors bei Verwendung eines Abdeckblechs nicht angepasst (erhöht), kann eine Beschädigung oder Zerstörung von Motorkomponenten des ML3 resultieren.
- Das Abdeckblech muss gemäß Stand der Technik geerdet werden. Die ML3S dürfen hierzu nicht genutzt werden.

9.20 Steuern und Regeln der Motoren

9.20.1 Allgemeines

Die nachfolgende Grafik zeigt einen kompletten linearen Direktantrieb, bestehend aus Synchron-Linearmotor, Längenmesssystem, Antriebsregelgerät und übergeordneter Steuerung.

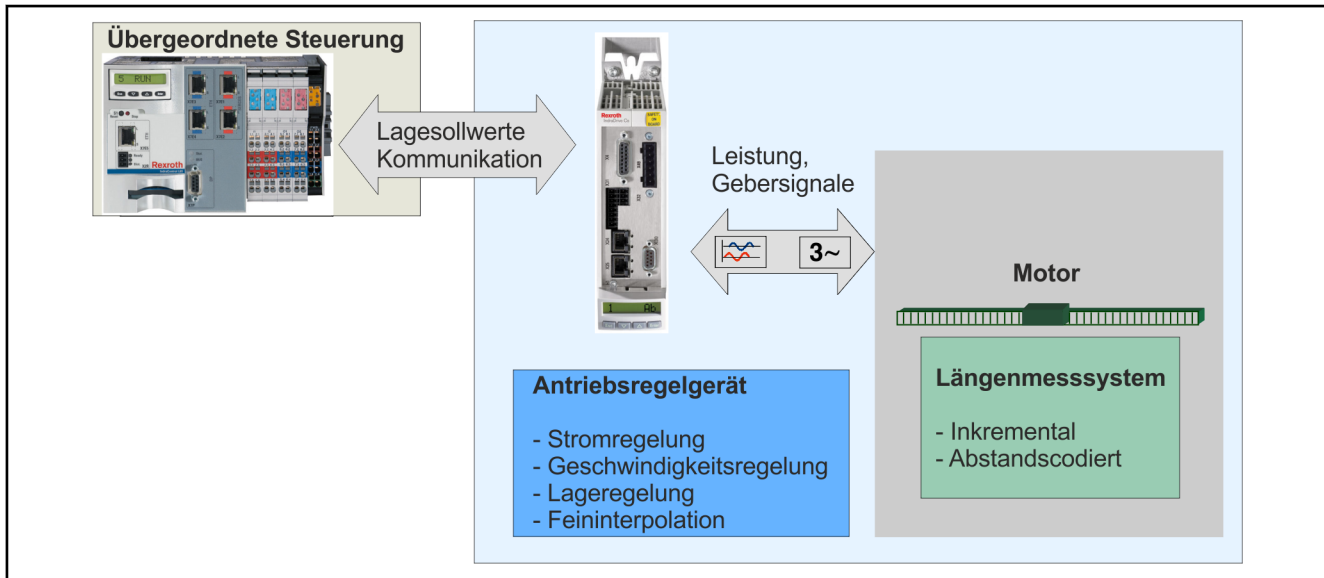


Abb. 9-31: Linearer Direktantrieb

9.20.2 Antriebsregelgeräte

Zur Ansteuerung der Motoren stehen abhängig von der jeweiligen Anwendung unterschiedliche digitale Antriebsregelgeräte und Versorgungsmodule zur Verfügung (siehe [Kap. 1.5 "Über diese Dokumentation" auf Seite 4](#)).

9.20.3 Steuerungssysteme

Zur definierten Bewegungserzeugung ist eine übergeordnete Steuerung notwendig. Abhängig von der Funktionalität der Gesamtanlage sowie der verwendeten Antriebsschnittstelle werden von Bosch Rexroth unterschiedliche Steuerungssysteme angeboten.

9.21 Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall

9.21.1 Allgemeines

Das Stillsetzen einer mit ML3 ausgerüsteten Achse kann je nach Anforderungen durch

- NOT-AUS,
- Antriebsfehler (z. B. Ansprechen der Geberüberwachung) oder
- Netzausfall

ausgelöst werden.

Bei den Möglichkeiten zum Stillsetzen von Motoren im Fehlerfall muss eine Unterscheidung zwischen

- Stillsetzen durch den Antrieb,
- Stillsetzen durch eine übergeordnete Steuerung oder
- Stillsetzen durch mechanische Bremseinrichtungen

getroffen werden.

9.21.2 Stillsetzen durch den Antrieb

Solange keine Störung oder Fehlfunktion im Antriebsstrang ansteht, kann über den Antrieb stillgesetzt werden. Die Möglichkeiten des Stillsetzens sind abhängig vom aufgetretenen Antriebsfehler sowie von der eingestellten Fehlerreaktion des Antriebs. Bestimmte Fehler (Schnittstellenfehler oder fatale Fehler) führen zu einer Kraftfreischaltung des Antriebs.

WARNUNG

Lebensgefahr, Körperverletzung oder Sachschaden durch unkontrolliertes Austrudeln eines kraftfrei geschalteten Linearantriebs!

- ⇒ Konstruktion und Gestaltung nach den Sicherheitsnormen
- ⇒ Schutz von Menschen durch geeignete Absperrungen bzw. Gehäuse
- ⇒ Einsatz externer mechanischer Bremseinrichtungen
- ⇒ Einsatz geeigneter energieabsorbierender Endlagendämpfer

Die Antriebsreaktion bei Schnittstellen- und nichtfatalen Fehlern lässt sich parametrieren. Am Ende jeder Fehlerreaktion schaltet sich der Antrieb kraftfrei.

Folgende Fehlerreaktionen lassen sich einstellen:

- 0 - Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung
- 1 - Momentenfreischaltung
- 2 - Geschwindigkeits-Sollwert-Nullschaltung mit Sollwertrampe und -filter
- 3 - Rückzugsbewegung



Weiterführende Informationen zu Fehlerreaktionen und deren Parametrierung sind der entsprechenden Firmware-Funktionsbeschreibung zu entnehmen.

9.21.3 Stillsetzen durch eine übergeordnete Steuerung

Stillsetzen über Steuerungsfunktionen

Das steuerungsseitige Stillsetzen sollte in folgender Weise vorgenommen werden:

1. Maschinen-SPS bzw. Maschinen -E/A-Ebene meldet Fehler an CNC-Steuerung.
2. CNC-Steuerung führt schnellstmögliches Stillsetzen der Antriebe über Rampe durch.
3. CNC-Steuerung veranlasst Abschaltung der Leistung am Versorgungsmodul.

Antriebsseitiges Stillsetzen durch Steuerung ausgelöst

Das Stillsetzen über Antriebsfunktionen sollte in folgender Weise vorgenommen werden:

1. Maschinen - E/A - Ebene meldet Fehler an CNC-Steuerung bzw. SPS.
2. Die CNC-Steuerung bzw. SPS setzt die Reglerfreigabe (Antriebsfreigabe) der Antriebe zurück bzw. deaktiviert bei Verwendung von SERCOS-Interface den Eingang "E-STOP" an der SERCOS-Schnittstellenkarte.
3. Der Antrieb reagiert daraufhin mit eingestellter Fehlerreaktion.
4. 500 ms nach Zurücksetzen der Reglerfreigabe (Antriebsfreigabe) bzw. Deaktivieren des Eingangs "E-Stop" ist die Leistung am Versorgungsmodul abzuschalten.



Die verzögerte Leistungsabschaltung stellt die sichere Stillsetzung der Antriebe über das Antriebsregelgerät sicher. Bei unverzügter Leistungsabschaltung läuft der Antrieb nach Aufbrauchen der Zwischenkreisenergie unkontrolliert aus.

9.21.4 Stillsetzen über mechanische Bremseinrichtungen

Die Aktivierung des Stillsetzens über mechanische Bremseinrichtungen sollte gleichzeitig mit dem Abschalten der Leistung am Versorgungsmodul erfolgen. Dazu kann auch eine Einbindung in die Haltebremsenansteuerung der Antriebsregelgeräte vorgesehen werden. Dabei gilt:

- Bremseinrichtungen mit elektrischer Ansteuerung 24 VDC (elektrisch lösend) und Strömen < 2 A können direkt angesteuert werden.
- Bremseinrichtungen mit elektrischer Ansteuerung 24 VDC und Strömen > 2 A können über ein geeignetes Schütz angesteuert werden.

Die Haltebremsenansteuerung wirkt nach Wegnahme der Reglerfreigabe folgendermaßen:

- Fehlerreaktion "0", "1", und "3":
Nach Unterschreiten einer Geschwindigkeit von 10 mm/min bzw. nach einer Zeitdauer von 400 ms fällt die Haltebremsenansteuerung auf 0 V ab.
- Fehlerreaktion "2":
Die Haltebremsenansteuerung fällt unmittelbar nach Wegnahme der Antriebsfreigabe auf 0 V ab.

9.21.5 Verhalten bei Netzausfall

Damit im Netzausfall eine schnellstmögliche Stillsetzung des Linearantriebs erfolgen kann, müssen

- entweder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung oder
- eine zusätzliche Zwischenkreiskapazität (Kondensatoren)
- und / oder mechanische Bremsenrichtungen

vorgesehen werden.

Ermittlung notwendige zusätzliche Zwischenkreiskapazität

Zusatzkapazitäten im Zwischenkreis stellen einen zusätzlichen Energiespeicher dar, welcher bei Netzausfall notwendige Bremsenergie liefern kann.



Die Steuerspannungsversorgung muss auch bei Netzausfall für die Dauer der Bremsung noch vorhanden sein! Ggf. Steuerspannungsversorgung puffern oder Steuerspannung aus dem DC-Zwischenkreis versorgen, falls geräteseitig möglich!

Die notwendige Zusatzkapazität zum Stillsetzen bei Netzausfall kann wie folgt ermittelt werden:

$$C_{add} = \frac{m \cdot v_{max}}{U_{DCmax}^2 - U_{DCmin}^2} \cdot \left[3,5 \cdot \frac{F_{max}}{k_{FN}} \cdot R_{12} - v_{max} \cdot \left(\frac{F_R}{F_{max}} + 0,3 \right) \right]$$

C_{add}	Notwendige zusätzliche Zwischenkreiskapazität in mF
m	Bewegte Masse in kg
v_{max}	Maximale Geschwindigkeit in m/s
U_{DCmax}	Maximale Zwischenkreisspannung in V
U_{DCmin}	Minimale Zwischenkreisspannung in V
F_{max}	Maximale Bremskraft des Motors in N
k_{IF}	Motorkonstante (Kraftkonstante) in N/A
R_{12}	Wicklungswiderstand bei 20°C
F_R	Reibkraft in N

Abb. 9-32: Ermittlung notwendige zusätzliche Zwischenkreiskapazität

Voraussetzungen:

- Endgeschwindigkeit = 0
- Reibung geschwindigkeitsunabhängig
- konstante Verzögerung
- Wicklungstemperatur 135 °C



Beim Einsatz von Zusatzkapazitäten im Zwischenkreis ist die bereits vorhandene sowie die maximal mögliche Zwischenkreiskapazität des verwendeten Versorgungsmoduls zu berücksichtigen. Es darf bei der Verwendung von Zusatzkapazitäten kein Zwischenkreiskurzschluss ausgelöst werden.

9.21.6 Zwischenkreiskurzschluss

Die meisten Versorgungsmodule von Bosch Rexroth bieten die Möglichkeit bei Leistungsabschaltung einen Kurzschluss des Gleichspannungszwischenkreises durchzuführen. Dadurch werden ebenfalls die Motorphasen kurzgeschlossen und bei Bewegung des Motors eine Bremswirkung nach dem Prinzip der Induktion erzielt. Die erreichbare Bremskraft ist allerdings nicht sehr hoch und zudem geschwindigkeitsabhängig. Der Zwischenkreiskurzschluss kann deshalb nur als unterstützende Maßnahme beim Einsatz mechanischer Bremsvorrichtungen verwendet werden.

9.22 Lage- und Geschwindigkeitsauflösung

9.22.1 Antriebsinterne Positionsauflösung und Positioniergenauigkeit

Die Positionserfassung bei linearen Direktantrieben erfolgt über ein Längenmesssystem. Längenmesssysteme für Linearmotoren liefern sinusförmige Ausgangssignale. Die Länge eines solchen Sinussignals wird als Signalperiode bezeichnet und meist in mm oder μm angegeben.

Die Sinussignale werden bei Rexroth Antriebsregelgeräten im Antrieb nochmals vervielfacht (siehe Abb. 9-34). Die antriebsinterne Vervielfachung ist unter anderem abhängig vom maximalen Verfahrbereich und der Signalperiode des Längenmesssystems und erfolgt immer mit 2^n Stützstellen (z. B. 2048 oder 4096).

$$f_{\text{int}} = 2^{31} \cdot \frac{s_p}{x_{\text{max}}} \quad \text{abgerundet auf } 2^n$$

f_{int} Vervielfachungsfaktor (S-0-0256, Vervielfachung 1)
 s_p Signalperiode Längenmesssystem in mm (S-0-0116 Geber 1 Auflösung)
 x_{max} Maximaler Verfahrbereich (S-0-0278, Maximaler Verfahrbereich)

Abb. 9-33: Vervielfachungsfaktor

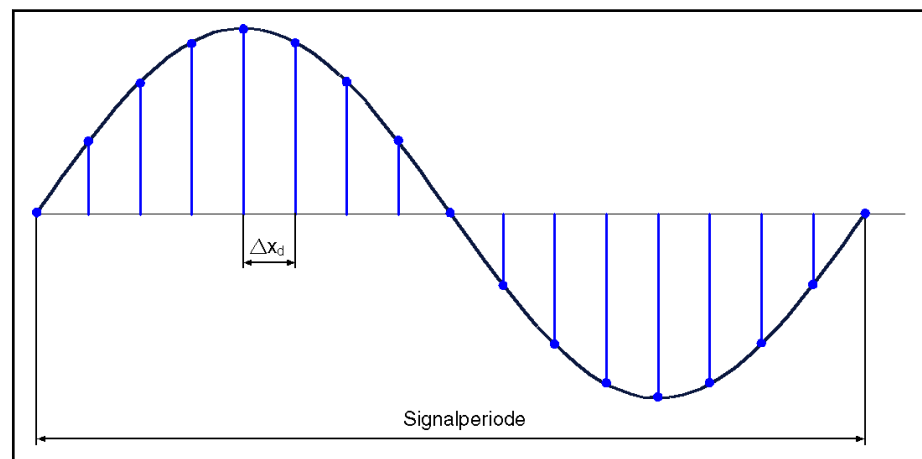


Abb. 9-34: Antriebsinterne Vervielfachung bzw. Interpolation der Messsystemsignale

Somit ergibt sich mit bekannter Signalperiode und antriebsinterner Vervielfachung die antriebsinterne Lageauflösung:

$$\Delta x_d = \frac{s_p}{f_{int}}$$

Δx_d	Antriebsinterne Lageauflösung
s_p	Signalperiode Längenmesssystem (S-0-0116, Geber 1 Auflösung)
f_{int}	Vervielfachungsfaktor (S-0-0256, Vervielfachung 1)
Abb. 9-35:	Antriebsinterne Lageauflösung



Die antriebsinterne Lageauflösung ist nicht mit der erreichbaren Positioniergenauigkeit gleichzusetzen.

Erreichbare Positioniergenauigkeit

Die erreichbare Positioniergenauigkeit ist vom mechanischen und regelungstechnischen Gesamtsystem abhängig und ist nicht mit der antriebsinternen Lageauflösung gleichzusetzen.

Die erreichbare Positioniergenauigkeit lässt sich - nach Erfahrungswerten - wie folgt abschätzen :

$$\Delta x_{abs} = \Delta x_d \cdot 30 \dots 50$$

Δx_d	Antriebsinterne Lageauflösung
Δx_{abs}	Positioniergenauigkeit
Abb. 9-36:	Abschätzung der erreichbaren Positioniergenauigkeit

Voraussetzung: Optimale Reglereinstellung



Die zu erwartende Positioniergenauigkeit kann nicht besser sein als das kleinste Lagesollwertinkrement der übergeordneten Steuerung.

9.22.2 Geschwindigkeitsauflösung

Die Auflösung der Geschwindigkeit ist proportional zur Lageauflösung (siehe [Abb. 9-35 "Antriebsinterne Lageauflösung" auf Seite 129](#)) und umgekehrt proportional zur Taktrate t_{AD} ab:

$$\Delta v_d = \frac{\Delta x_d}{t_{AD}}$$

Δv_d	Geschwindigkeitsauflösung in m/s
Δx_d	Antriebsinterne Lageauflösung
t_{AD}	Taktrate in s (IndraDrive: Basic Performance 250 μ s / Advanced 125 μ s)

Abb. 9-37: Geschwindigkeitsauflösung

9.23 Motordimensionierung

9.23.1 IndraSize

Mit der IndraSize-Software ist die Dimensionierung von Antriebsreglern, Motoren und mechanischen Getrieben einfach möglich. Das Engineering-Tool deckt die gesamte Palette der Rexroth Antriebe und Motoren ab. Berechnen Sie die Kennlinien für Ihre Applikation mit IndraSize: www.boschrexroth.com/indraSize

9.24 Thermische Anbindung - Anbauarten

Eine effektive Verlustwärmeabfuhr ist Voraussetzung zur Erreichung der angegebenen Motordaten. Die Höhe der im Motor anfallenden Verlustwärme wird maßgeblich vom Auslastungsgrad des Motors bestimmt. Wie gut oder wie schnell die Verlustwärme abgeführt werden kann, entscheidet über die Leistungsfähigkeit des Motors.

Kann die entstehende Verlustwärme des Motors unter Umständen nicht ausreichend über die natürliche Konvektion abgeführt werden, erhöht sich der Wärmeeintrag über die Anschraubflächen in die Maschinenkonstruktion. Eine besonders gute Wärmeabfuhr wird erreicht, wenn sowohl die Anschraubfläche des Primärteils als auch die Anschraubfläche des Sekundärteils mit einer gut wärmeableitenden Maschinenkonstruktion verbunden werden.

Berücksichtigen Sie in diesem Zusammenhang, dass ein erhöhter Wärmeeintrag in die Maschinenkonstruktion die erreichbare Genauigkeit reduziert. Bei der Auslegung eines Systems mit höchster Genauigkeit ist die Betriebstemperatur der Motorwicklung von entscheidender Bedeutung.

Mit steigender Wicklungstemperatur nimmt auch die an die Maschine abgegebene Wärmemenge zu. Muss das Temperaturniveau der Maschine konstant gehalten werden, sollte der Motor angemessen überdimensioniert oder maschinenseitig eine Kühlung vorgesehen werden.



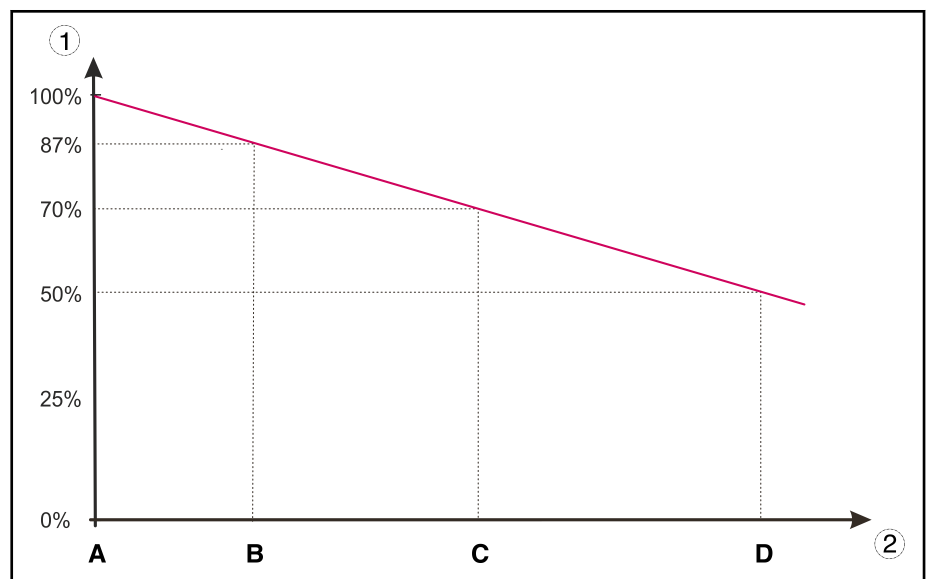
Sind die Anschraubflächen der Motorkomponenten, insbesondere die Anschraubfläche des Primärteils, aus einem schlecht wärmeleitenden Material (z. B. aus Kunststoff) muss mit reduzierten Leistungsdaten des Motors gerechnet werden.

Grundsätzlich gilt, dass die Wärmeabfuhr proportional zur Größe und Baulänge und der damit höheren Verlustleistung des Motors ansteigen muss, wenn die gleiche Ausnutzung des Motors erreicht werden soll.

Achten Sie deshalb bereits bei der Auslegung der Maschine auf eine bestmögliche Wärmeabfuhrmöglichkeit der Motorkomponenten. Nur in diesem Fall ist gewährleistet, dass die Verlustwärme des Motors über die angrenzenden Maschinenteile möglichst optimal abgeführt wird.

Nachfolgende Angaben sollen eine Hilfestellung geben, um die zu erreichenden Motorleistungsdaten in Abhängigkeit von der thermischen Anbindung des Motors besser einschätzen zu können. Die dargestellten Anbauarten können bei der Motor-Regler-Dimensionierung in IndraSize und bei der Inbetriebnahme in IndraWorks ausgewählt und berücksichtigt werden.

Als Basis für die Projektierung werden die Katalogdaten aus [Kapitel Technische Daten](#) herangezogen. Diese gelten für eine optimale thermische Anbindung von Primär- und Sekundärteil bei 20 °C an der Anschraubfläche und der Umgebung. Diese Anbauart wird mit "A" bezeichnet.



① Verfügbare Motorkraft

② Anbauart

Abb. 9-38: Motorkraft in Abhängigkeit von der thermischen Anbindung

Erläuterung der Anbauarten

Anbauart	Schematische Darstellung	Beschreibung
A		Anbauart A setzt eine gute thermische Anbindung des Motors in Verbindung mit einer zusätzlichen Kühlung voraus. Als Beschaffenheit der Anschraubflächen an der Maschine wird eine metallisch gut leitende Oberfläche vorausgesetzt. Die Temperatur der Anschraubfläche beträgt 20 °C. Die technischen Daten für diese Anbauarten sind in Kapitel Technische Daten dargestellt.
B		Anbauart B setzt eine gute thermische Anbindung des Motors an die Maschine voraus. Die Montagefläche des Motors muss vollflächig an der Anschraubfläche des metallischen Anschraubkörpers der Maschine anliegen. Der Anschraubkörper der Maschine muss vergleichsweise groß sein, um eine gute Kühlwirkung zu erzeugen.
C		Anbauart C setzt eine mäßige thermische Wärmeabfuhr bei einer guten thermischen Anbindung an die Maschine voraus. Die Montagefläche des Motors muss vollflächig an der Anschraubfläche des metallischen Anschraubkörpers der Maschine anliegen.
D		Anbauart D geht von einer ungünstigen thermischen Anbindung an die Maschine aus, wenn z. B. die Montagefläche des Motors teilweise thermisch isoliert oder nicht vollflächig mit der Maschine verbunden ist.

Tab. 9-14: Erläuterung der Anbauarten

9.25 Betrieb bei oder nahe Stillstand des Motors

Soll der Motor im oder nahe Stillstand betrieben werden, sind besondere Bedingungen zu berücksichtigen. Dieser Betrieb wird zur Vereinfachung im Folgenden mit Stillstandsbetrieb bezeichnet. Der Stillstandsbetrieb ist durch einen der folgenden Aspekte gekennzeichnet:

- Die Dauer des Stillstandsbetriebs ist länger als 10 % der jeweiligen thermischen Zeitkonstante T_{th}
- Motor bewegt sich nicht
- Motor vollzieht nur sehr kleine Hübe ($\leq 2 \cdot \tau_p$)
- Motor bewegt sich bei sehr geringer Frequenz ($f \leq 0,1$ Hz)

Aufgrund des 3-phasigen Systems ergibt sich im Stillstandsbetrieb in einer der drei Phase immer ein Momentanwert des Stromes, dessen Betrag höher als der zulässige Dauerstrom ist. Fließt der Strom dauerhaft, wird der Motor überhitzt und thermisch beschädigt. Siehe hierzu auch [Kap. 9.9 "Thermisches Verhalten"](#) auf Seite 100.

Der Scheitelwert des Momentanstromes ist gleich der Amplitude des als sinusförmig angenommenen Strangstromes. Dessen Wert ist um Wurzel 2 höher als der Effektivwert des Dauerstroms (I_N). Die in der Spule erzeugte Verlustleistung P_V berechnet sich mit

$$P_V = 1,5 \cdot I^2 \cdot R_{12} \cdot (1 + \Delta\theta \cdot \alpha_{Cu})$$

$\Delta\theta$ Temperaturdifferenz zwischen Betriebstemperatur und 20 °C
 α_{Cu} Temperaturkoeffizient des spezifischen Widerstands von Kupfer = 0,0039 Ohm * m / mm²

Abb. 9-39: Verlustleistung Spule

Bei Nennstrom ergibt sich somit die doppelte Verlustleistung in der betroffenen Spule.



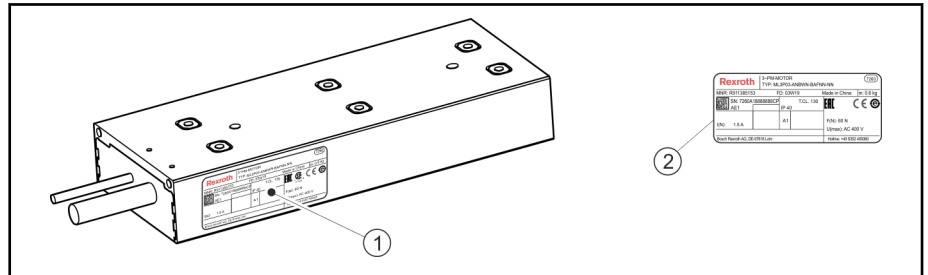
Um zu vermeiden, dass die Wicklung bei Stillstandsbetrieb beschädigt wird, muss der Strom oder die Dauer des Betriebs begrenzt werden. Eine mögliche Form des zusätzlichen Motorschutzes im Stillstandsbetrieb besteht darin, den Motorstrom auf 71% des Nennstroms zu begrenzen.

10 Handhabung, Transport und Lagerung

10.1 Identifikation der Motorkomponenten

10.1.1 Primärteil

Am Primärteil befindet sich ein aufgeklebtes Typenschild mit allen relevanten Daten. Zusätzlich ist dem Primärteil bei Auslieferung ein weiteres Typenschild beigelegt (siehe [Abb. 6-10 auf Seite 70](#)). Das zusätzliche Typenschild kann vom Anwender an einer gut zugänglichen Stelle an der Maschine angebracht oder anderweitig verwendet werden.



- ① Typenschild am Primärteil
- ② Zusätzliches Typenschild (beigelegt)

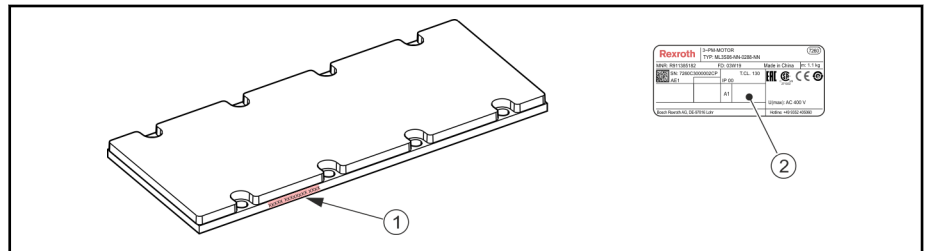
Abb. 10-1: Position des Typenschilds am Primärteil



Aus rechtlichen Gründen ist auf dem beigelegten Typenschild kein CSA-Kennzeichen aufgedruckt.

10.1.2 Sekundärteil

Die Typkennzeichnung des Sekundärteils erfolgt anhand einer eingravierten Seriennummer seitlich an der Stahlgrundplatte. Das zugehörige Typenschild des Sekundärteils (siehe [Abb. 6-10 auf Seite 70](#)) wird beigelegt und kann vom Anwender an einer gut zugänglichen Stelle an der Maschine angebracht oder anderweitig verwendet werden.



- ① Seriennummer
- ② Typenschild mit identischer Seriennummer (beigelegt)

Abb. 10-2: Position der Typkennzeichnung am Sekundärteil

10.2 Auslieferungszustand und Verpackung

10.2.1 Primärteile

Die Primärteile sind einzeln in einem Karton verpackt. Zur Identifikation ist an der Verpackung ein Aufkleber ähnlich dem Typenschild mit der Typenbezeichnung des Primärteils angebracht.

10.2.2 Sekundärteile

Die Sekundärteile sind einzeln in einem Karton verpackt. Zur Identifikation ist an der Verpackung ein Aufkleber ähnlich dem Typenschild mit der Typenbezeichnung des Sekundärteils angebracht. Im Auslieferungszustand sind die Sekundärteile mit einem magnetischen Transport- und Montageschutz versehen. Er besteht aus einer ca. 5 mm dicken Gummimatte, die mit einem ferromagnetischen Abdeckblech verbunden ist.



Der Transport- und Montageschutz sollte aus Sicherheitsgründen bis zur Montage auf den ML3S verbleiben. Achten Sie darauf, dass bei Verwendung der Schutzabdeckung stets die gummierte Seite auf den Magneten aufliegt.

Warnhinweise an der Verpackung der Sekundärteile

Auf der Verpackung der Sekundärteile befindet sich zudem ein Warnhinweisschild, das auf die Gefahren durch starke magnetische Felder nach dem Öffnen der Verpackung hinweist.



Bosch Rexroth bietet ein zusätzliches Hinweisschild an, welches im entsprechenden Bereich angebracht werden kann. Weitere Hinweise hierzu finden im Kapitel [Zubehör Hinweisschild Magnetfelder](#).

10.3 Prüfungen der Motorkomponenten

10.3.1 Werkseitige Prüfung der Motorkomponenten

Elektrische Prüfungen Folgende werkseitigen elektrischen Prüfungen werden an Linearmotoren von Bosch Rexroth durchgeführt:

- Hochspannungsprüfung nach DIN EN 60034-1
- Isolationswiderstandsprüfung nach DIN EN 60204-1
- Prüfung auf Einhaltung elektrischer Kennwerte

Mechanische Prüfungen Linearmotorkomponenten von Bosch Rexroth werden folgenden mechanischen Prüfungen unterzogen:

- Form- und Lagetolerierung nach DIN ISO 1101
- Konstruktion und Passungen nach DIN 7157
- Oberflächenbeschaffenheit nach DIN ISO1302
- Gewindeprüfung DIN 13 Teil 20



Jedem Motor liegt ein entsprechendes Prüfprotokoll bei.

⚠ VORSICHT

Zerstörung der Motorkomponenten durch unsachgemäß wiederholt durchgeführte Hochspannungsprüfung! Verlust der Gewährleistung!

⇒ Vermeiden Sie Wiederholungsprüfungen

⇒ Beachten Sie die Vorgaben der DIN EN 60034-1

EMV Funkentstörung

Linearmotorkomponenten von Bosch Rexroth sind bezüglich EMV Typprüfungen unterzogen worden und sind zertifiziert konform

EN 55011 Grenzwertklasse B, VDE 0875 Teil 11.

10.4 Transport und Lagerung

10.4.1 Hinweise zum Transport

Der Transport unserer Produkte hat grundsätzlich in der Originalverpackung zu erfolgen. Zusätzlich müssen jedoch bestimmte Umwelteinflussgrößen beachtet werden, um die Produkte vor Transportschäden zu bewahren.

⚠ VORSICHT

Verletzungsgefahr und / oder Sachschaden beim Umgang mit ausgepackten Sekundärteilen!

Entfernen Sie nicht den an den ML3S angebrachten Transport- und Montageschutz, da die Grundplatte der Sekundärteile mit Permanentmagneten beklebt ist. Achten Sie darauf, dass keine ferromagnetischen Kleinteile wie z. B. Schrauben auf die Magnete bzw. Sekundärteile fallen. Beachten Sie bei jedem Umgang mit den Sekundärteilen die Warnhinweise unter [Kap. 11.4 "Montage der Sekundärteilsegmente"](#) auf Seite 144.

In Anlehnung an die DIN EN 60721-3-2 werden im folgenden Klassifizierungen und Grenzwerte angegeben, denen unsere Erzeugnisse während des Transports auf dem Land-, Wasser- oder Luftweg ausgesetzt sein dürfen. Beachten Sie die ausführliche Beschreibung der Klassifizierungen um alle Einflussgrößen, die in der jeweiligen Klasse angegeben sind, zu berücksichtigen.

Zum Transport zulässige Klassen von Umweltbedingungen nach DIN EN 60721-3-2

Art der Klassifizierung	zulässige Klasse
Klassifizierung von klimatischen Umweltbedingungen	2K11
Klassifizierung von biologischen Umweltbedingungen	2B1
Klassifizierung von chemisch-aktiven Stoffen	2C1
Klassifizierung von mechanisch-aktiven Stoffen	2S5
Klassifizierung von mechanischen Umweltbedingungen	2M4

Tab. 10-1: Zum Transport zulässige Klassen von Umweltbedingungen

Luftfracht

 **VORSICHT**

Mögliche Beeinflussung von Flugzeugbordelektronik durch Magnetfelder!

Werden die Sekundärteile nicht in der noch ungeöffneten Rexroth-Originalverpackung weiter versendet, müssen die Verpackungs- und Transportvorschriften (IATA 953) beachtet werden.

10.4.2 Hinweise zur Lagerung

Lagerbedingungen

Grundsätzlich empfiehlt Bosch Rexroth alle Komponenten bis zum tatsächlichen Einbauzeitpunkt in der Maschine wie folgt zu lagern:

- in der Originalverpackung
- trocken und staubfrei
- bei Raumtemperatur
- vibrations- und schwingungsfrei
- geschützt vor Licht bzw. direkter Sonneneinstrahlung

Werkseitig können Schutzhülsen und Abdeckungen an unseren Motoren angebracht sein. Diese müssen beim Transport und bei der Lagerung am Motor verbleiben. Entfernen Sie diese Teile erst unmittelbar vor der Montage.



Nutzen Sie bei der Lagerung der ML3S den in der Originalverpackung enthaltenen Transport- und Montageschutz.

In Anlehnung an die DIN EN 60721-3-1 werden im folgenden Klassifizierungen und Grenzwerte angegeben, denen unsere Erzeugnisse während der Dauer der Lagerung ausgesetzt sein dürfen. Beachten Sie die ausführliche Beschreibung der Klassifizierungen um alle Einflussgrößen, die in der jeweiligen Klassifizierung angegeben sind, zu berücksichtigen.

Zum Transport zulässige Klassen von Umweltbedingungen nach DIN EN 60721-3-1

Art der Klassifizierung	Klasse
Klassifizierung von klimatischen Umweltbedingungen	1K21
Klassifizierung von biologischen Umweltbedingungen	1B1
Klassifizierung von chemisch-aktiven Stoffen	1C1
Klassifizierung von mechanisch-aktiven Stoffen	1S10
Klassifizierung von mechanischen Umweltbedingungen	1M11

Tab. 10-2: Zur Lagerung zulässige Klassen von Umweltbedingungen

Lagerzeiten

Unabhängig von der Lagerdauer - die auch über die Garantiezeit unserer Produkte hinausgehen kann - bleibt die Funktion unter Beachtung und Durchführung zusätzlicher Maßnahmen bei der Inbetriebnahme erhalten. Ein zusätzlicher Garantieanspruch kann hiervon jedoch nicht abgeleitet werden.

Motoren

Lagerdauer	Maßnahmen zur Inbetriebnahme
< 1 Jahr	Sichtkontrolle aller Teile auf Schadensfreiheit Elektrische Kontakte auf Korrosionsfreiheit überprüfen
1 ... 5 Jahre	
> 5 Jahre	

Tab. 10-3: Maßnahmen vor der Inbetriebnahme langzeitgelagerter Motoren

Kabel und Steckverbinder

Lagerdauer	Maßnahmen vor Inbetriebnahme
< 1 Jahr	keine
1 ... 5 Jahre	Elektrische Kontakte auf Korrosionsfreiheit überprüfen
> 5 Jahre	Falls das Kabel bzw. die Kabelummantelung poröse Stellen aufweist ist dieses auszutauschen ansonsten sind elektrische Kontakte auf Korrosionsfreiheit zu überprüfen

Tab. 10-4: Maßnahmen vor der Inbetriebnahme langzeitgelagerter Kabel und Steckverbinder

11 Montage

11.1 Allgemeine Hinweise



Der Maschinenhersteller muss die besonderen Merkmale seiner Konstruktion berücksichtigen und eine spezielle Montageanweisung für die Motorkomponenten Primär- und Sekundärteil erarbeiten. Verbindlich ist allein die Montageanweisung des Maschinenherstellers.

Der Umfang und die Reihenfolge des Einbaus der Motorkomponenten ist von der Maschinenkonstruktion bzw. den Platzverhältnissen in der Maschine abhängig. Daneben spielt auch die Anordnung der Motorkomponenten eine wesentliche Rolle.

Die Projektierung ML3 enthält einen Vorschlag zur Montage der Motorkomponenten. Dieser Vorschlag kann als Orientierungshilfe verstanden werden, um den erforderlichen Montageaufwand abzuschätzen und um die für die Montage ggf. erforderlichen Hilfsmittel bereitstellen zu können.

Vor Beginn der Montgearbeiten müssen folgende Punkte berücksichtigt oder überprüft werden:

- Einhaltung der notwendigen Einbaumaße (siehe [Kap. 5.1.3 "Einbaumaße und Toleranzen" auf Seite 46](#))
- Maschinenkonstruktion erfüllt die Anforderungen zum Einbau (Steifigkeiten, Anziehungs-, Vorschub- und Beschleunigungskräfte usw.) und ist zum Einbau der Motorkomponenten vorbereitet
- Saubere Anschraubflächen zwischen Maschine und Motorkomponenten
- Einbau der Motorkomponenten nur durch geschultes Personal
- Die Einhaltung der Gefahren- und Sicherheitshinweise ist gewährleistet

Schraubensicherung

Alle Schraubverbindungen sollten aufgrund möglicher Stöße und Vibrationen während des Betriebs der Maschine gesichert werden. Eine geeignete und praxiserprobte Schraubensicherung für alle Gewindeverbindungen aus Metall ist z. B. Loctite 243.

Loctite 243 ist eine flüssige Schraubensicherung (mittelfest) und wird unmittelbar vor der Montage auf die Montageteile aufgetragen. Detaillierte Hinweise zur vorschriftsmäßigen Handhabung und Verarbeitung entnehmen Sie bitte den Datenblättern des Herstellers unter <http://www.loctite.de>. Auf der Homepage des Herstellers finden Sie z. B. auch Informationen zu Aushärtebeschleunigern oder anderen Schraubensicherungen.

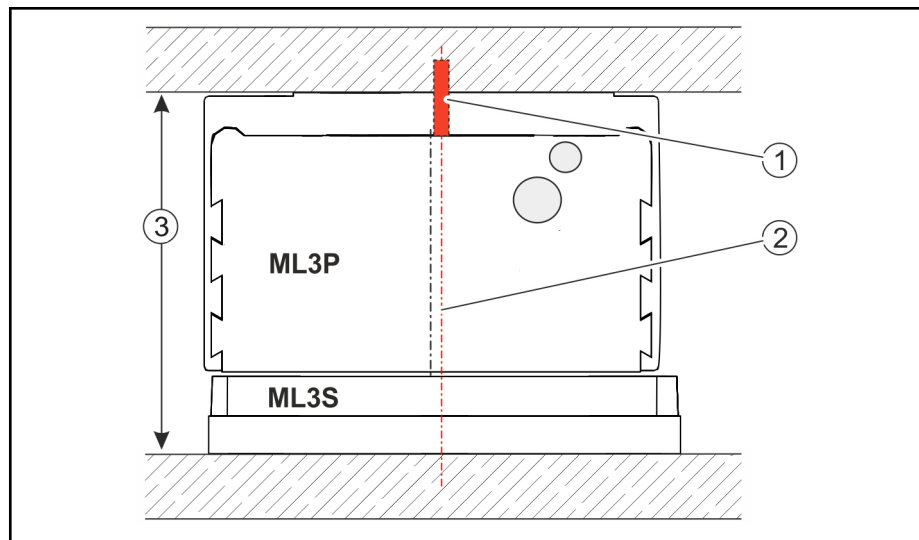
11.2 Mechanischer Einbau

11.2.1 Luftspalt, Parallelität und Symmetrie der Motorkomponenten

Parallelität und Symmetrie

Bei der Montage von Primär- und Sekundärteil ist deren Position durch die Passstifte, Bohrungen und Gewinde im Maschinenschlitten und im Maschinenbett vorgegeben. Wurden alle Einbaumaße eingehalten, ergibt sich automatisch die korrekte Anordnung beider Motorkomponenten zueinander. Die Werte der Einbauhöhen sind [Tabelle 11-1](#) zu entnehmen.

Die exakten Abmessungen und Vorgaben für die Form- und Lagetoleranzen können [Abb. 11-2](#) entnommen werden.



- ① Passstiftbohrung im Primärteil
- ② Magnetische und mechanische Mittellinie der Magnetplatte
- ③ Einbauhöhe (siehe [Abb. 11-1](#))

Abb. 11-1: Ausrichtung der Motorkomponenten



Das Primärteil befindet sich nicht symmetrisch über dem Sekundärteil, da die Wicklung im Primärteil nicht mittig platziert ist.

Luftspalt

Durch das Einhalten der vorgeschriebenen Bauhöhe von der Unterseite des Sekundärteils bis zur Oberseite des Primärteils entsteht der geforderte Luftspalt und der Motor erreicht seine projektierten Leistungsdaten.

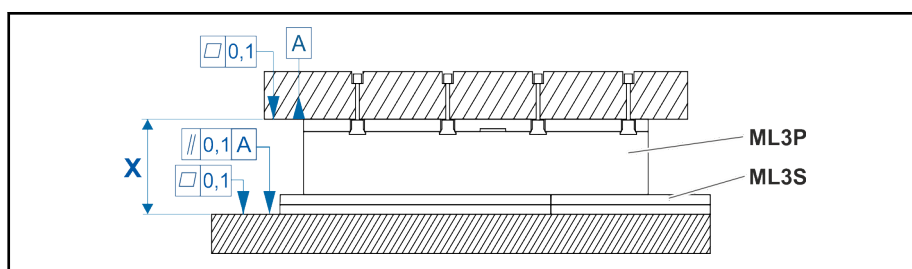
HINWEIS

Motorschaden durch ungenügenden Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil!

Überprüfen Sie unmittelbar nach der Montage die Bewegungsfreiheit der Motorkomponenten zueinander. Bewegen Sie hierzu die bewegliche Motorkomponente möglichst von Hand über den kompletten Verfahrweg. Die bewegliche Motorkomponente muss sich an jeder Stelle über den gesamten Verfahrweg frei - ohne jeglichen Kontakt zur starren Motorkomponente - bewegen lassen. Durch diese Überprüfung kann rechtzeitig eine fehlerhafte Montage (z. B. durch Schmutz unter den Montageflächen, fehlerhaftes Einbaumaß, unzureichende Maschinensteifigkeit etc.) erkannt werden.



Nachfolgende Angaben zum Luftspalt beziehen sich auf die Verwendung von Sekundärteilen ohne Abdeckblech. Kommen Abdeckbleche zum Einsatz muss der Luftspalt um die Dicke der Abdeckbleche erhöht werden. Beachten Sie in diesem Zusammenhang die Angaben im [Kapitel 7.3 Abdeckblech für Sekundärteil](#).



X Einbauhöhe (siehe Tab. 11-1)

Abb. 11-2: Werte für Ebenheit und Parallelität

Baugröße	Einbauhöhe "X"
ML3x03	40 mm $\pm$ 0,1 mm
ML3x06	40 mm $\pm$ 0,1 mm
ML3x11	45 mm $\pm$ 0,1 mm

Tab. 11-1: Einbauhöhen ML3-Motoren

Nach erfolgter Montage der Motorkomponenten empfiehlt es sich, den mindestens erforderlichen Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil zu überprüfen.

Hierzu muss ein Prüfstreifen aus antimagnetischem Material (Aluminium, Kunststoff etc.) mit einer Dicke von

- 0,4 ... 0,5 mm

in den Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil geschoben werden. Der Prüfstreifen muss sich an jeder Stelle im Bereich des gesamten Verfahrweges über die ganze Fläche des Primärteils frei im Luftspalt bewegen lassen.

Mit dieser Maßnahme wird sichergestellt, dass der mindestens erforderliche Luftspalt zwischen den Motorteilen vorhanden ist. Weiterhin kann durch diese Überprüfung auch rechtzeitig eine fehlerhafte Montage (z. B. durch Schmutz unter den Montageflächen, fehlerhaftes Einbaumaß, unzureichende Maschinensteifigkeit etc.) erkannt werden.



Wird die Einbauhöhe und damit die Höhe des Luftspalts über die Toleranzen nach oben überschritten, führt dies zu einer exponentiellen Verschlechterung der Spezifikationen des Linearmotors. Ein zu geringer Luftspalt kann zur Beschädigung bzw. Zerstörung des Motors führen.

11.3 Montage des Primärteils



- Zur Befestigung des Primärteils dürfen nur neue, ungebrauchte Schrauben eingesetzt werden.
- Verwenden Sie nur genannte Schrauben (siehe [Tab. 11-2](#)).
 - Alle Schrauben mit dem geforderten Anzugsmoment - über Kreuz von innen nach außen - anziehen.
 - Schraubverbindungen sichern, z. B. Loctite 243 (Hinweise des Klebstoffherstellers beachten).
 - Stellen Sie bei Verwendung von Passstiften sicher, dass diese nicht höher als angegeben herausragen. Das Primärteil könnte beschädigt werden.
 - Prüfen Sie nach der Montage, dass sich keine Fremdkörper zwischen Primär- und Sekundärteil befinden.

Befestigungsschrauben

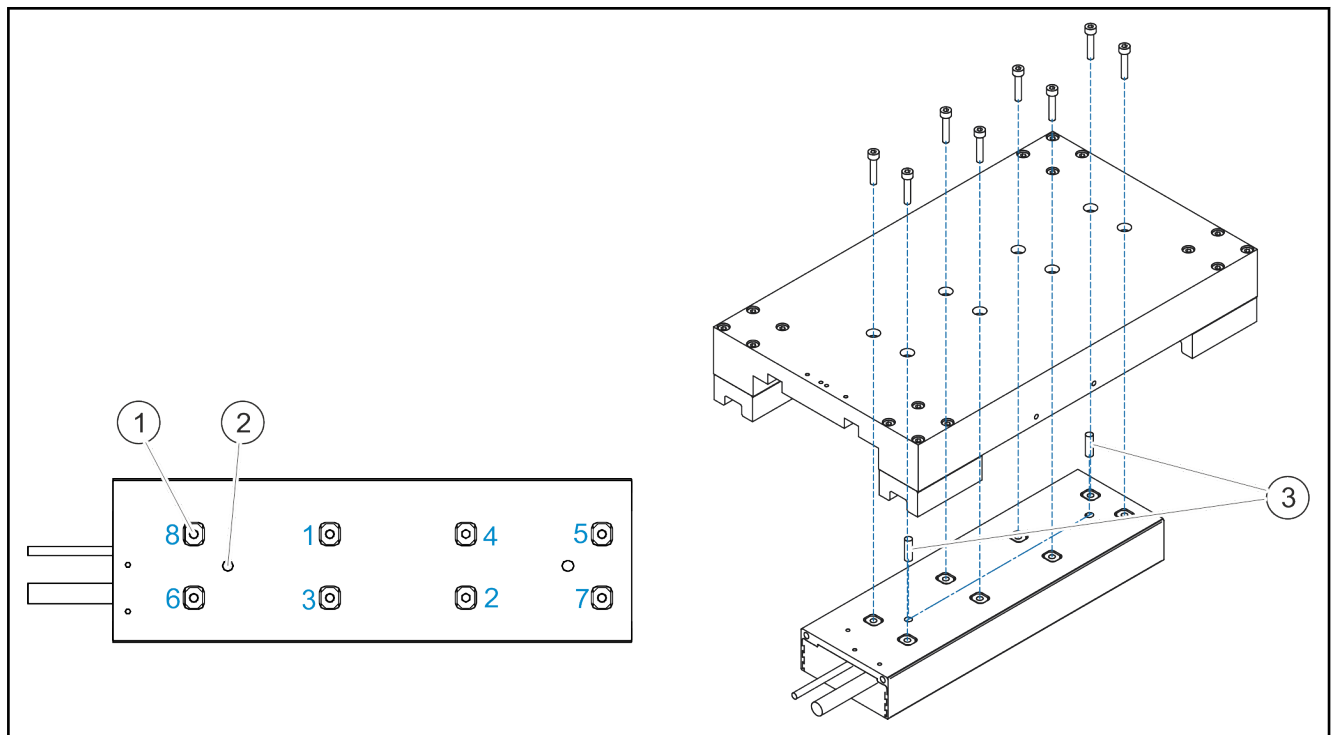
Baugröße	Schraubengröße	Einschraubtiefe	Festigkeitsklasse	Anzugsmoment (± 10 %)
ML3P03	M4 (DIN EN ISO 4762)	min. 4 mm	8.8	3,1 Nm
ML3P06	M5 (DIN EN ISO 4762)	max. 5 mm		6,1 Nm
ML3P11	M5 (DIN EN ISO 4762)	min. 4,5 mm max. 6 mm		6,1 Nm

Tab. 11-2: Befestigungsschrauben mit Anzugsdrehmomenten für Primärteile ML3P

Passstifte

Baugröße Primärteil	Passstift (rostfrei)
ML3P03 ... 11	5h8 (mit Innengewinde M3 zur Demontage)

Tab. 11-3: Passstifte für Primärteile ML3P



- ① Befestigungsgewinde
 ② Passstiftbohrungen (Sackloch)

1 / 2 / 3 ...

Anzugsreihenfolge

- ③ Passstifte

Abb. 11-3: Anzugsreihenfolge Befestigungsschrauben Primärteil

Vor dem Anschrauben des Primärteils an die Maschinenkonstruktion müssen die Anschraubflächen gereinigt werden und öl- und fettfrei sein.

Montageablauf:

1. Passstifte in Passstiftbohrungen am ML3P stecken und Primärteil am Schlitten positionieren.



Stellen Sie sicher, dass die verwendeten Passstifte nicht höher als in den Maßblättern angegeben herausragen. Dies kann zur Beschädigung des Primärteils führen.

2. Primärteil mit Schrauben 1, 2, 3 ... x - über Kreuz von innen nach außen - befestigen, bis Primärteil am Schlitten anliegt.
3. Alle Schrauben in gleicher Anzugsreihenfolge mit Nennanzugsmoment anziehen.



Die Wirkung der flüssigen Schraubensicherung wird durch lösen oder nochmaliges Anziehen der Schrauben (z. B. durch Drehmomentüberprüfung) geschädigt und muss deshalb neu ausgeführt werden. Beachten Sie zur korrekten Schraubensicherung die Hinweise des Klebstoffherstellers.

11.4 Montage der Sekundärteilsegmente

**WARNUNG**

Gefahr durch Permanentmagnete!



► Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, Hörgeräten oder metallischen Implantaten in unmittelbarer Umgebung von Permanentmagneten.



► Quetschgefahr von Fingern und Hand durch starke Anziehungskräfte der Magnete.



► Zerstörungsgefahr empfindlicher Teile wie Uhren, Kreditkarten ...

Beachten Sie hierzu auch die Hinweise im [Kapitel Magnetfelder](#).

- 
- Zur Befestigung des Sekundärteils dürfen nur neue, ungebrauchte Schrauben eingesetzt werden.
- Verwenden Sie nur genannte Schrauben (siehe [Abb. 11-4](#)).
 - Alle Schrauben mit dem geforderten Anzugsmoment anziehen.
 - Schraubverbindungen sichern, z. B. Loctite 243 (Hinweise des Klebstoffherstellers beachten).
 - Stellen Sie bei Verwendung von Passstiften sicher, dass diese nicht höher als angegeben herausragen. Das Sekundärteil könnte beschädigt werden.
 - Prüfen Sie nach der Montage, dass sich keine Fremdkörper auf dem Sekundärteil befinden.

Kurze Strecken bestehend aus maximal 6 Stück ML3S können durch Aneinanderlegen der Sekundärteile aufgebaut werden. Sind Streckenlängen von > 2 m vorgesehen oder werden analoge Halleinheiten verwendet, sollte die korrekte Ausrichtung der Sekundärteile durch Verwendung der Passstiftbohrungen und Passstiften sichergestellt werden (siehe hierzu auch [Abb. 11-4](#)).

Vor dem Anschrauben der Sekundärteile an die Maschinenkonstruktion müssen die Anschraubflächen gereinigt werden und öl- und fettfrei sein. Die Anzugsdrehmomente der jeweiligen Befestigungsschrauben sind im folgenden angegeben:

Baugröße	Schraubengröße	Einschraubtiefe	Festigkeitsklasse	Anzugsmoment (+/- 10%)
ML3S03	M5x10 (DIN EN 7984)	min. 6,5 mm	8.8	6,1 Nm
ML3S06				
ML3S11	M5x16 (DIN EN ISO 4762)			

Tab. 11-4: Befestigungsschrauben mit Anzugsdrehmomenten für Sekundärteile ML3S

Die Berechnung der Schraubverbindung zum Befestigen des Sekundärteils beruht auf der Annahme, dass die Anschraubfläche des Sekundärteils und die Anschraubfläche an der Maschine gereinigt und das Sekundärteil in direktem Kontakt mit der Maschine verschraubt wird.



- Kann das Sekundärteil in bestimmten Fällen nicht direkt mit der Maschine verschraubt werden, weil sich zusätzliche Materialien wie z. B. Distanzplatten, Wärmeleitpasten etc. zwischen Sekundärteil und Maschine befinden, muss eine ausreichende Festigkeit der Schraubverbindung vom Maschinenhersteller sichergestellt werden.
- Die Wirkung der flüssigen Schraubensicherung wird durch lösen oder nochmaliges Anziehen der Schrauben (z. B. durch Drehmomentüberprüfung) geschädigt und muss deshalb neu ausgeführt werden. Beachten Sie zur korrekten Schraubensicherung die Hinweise des Klebstoffherstellers.

Passstifte am ML3S



Stellen Sie sicher, dass die verwendeten Passstifte nicht höher als in den Maßblättern angegeben herausragen. Dies kann zur Beschädigung der Sekundärteile führen.

Baugröße Sekundärteil	Passstift (rostfrei)
ML3S03 ... 11	5h8 (mit Innengewinde M3 zur Demontage)

Tab. 11-5: Passstifte für Sekundärteile ML3S

Segmentiertes Sekundärteil

WARNUNG

Verletzungsgefahr oder Sachschaden durch Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte bei der Aneinanderreihung der Sekundärteilsegmente!



- Sicherung gegen unkontrollierte Bewegung
- Auf richtige Aneinanderreihung der Sekundärteilsegmente achten
- Transport- und Montageschutz erst beim oder nach dem Einbau in die Maschine entfernen

Beim Einsatz mehrerer Sekundärteilsegmente über den gesamten Verfahrensweg muss bei der Aneinanderreihung unbedingt die Polfolge und die fluchtende Ausrichtung eingehalten werden.

Die korrekte Montage kann folgendermaßen sichergestellt werden:

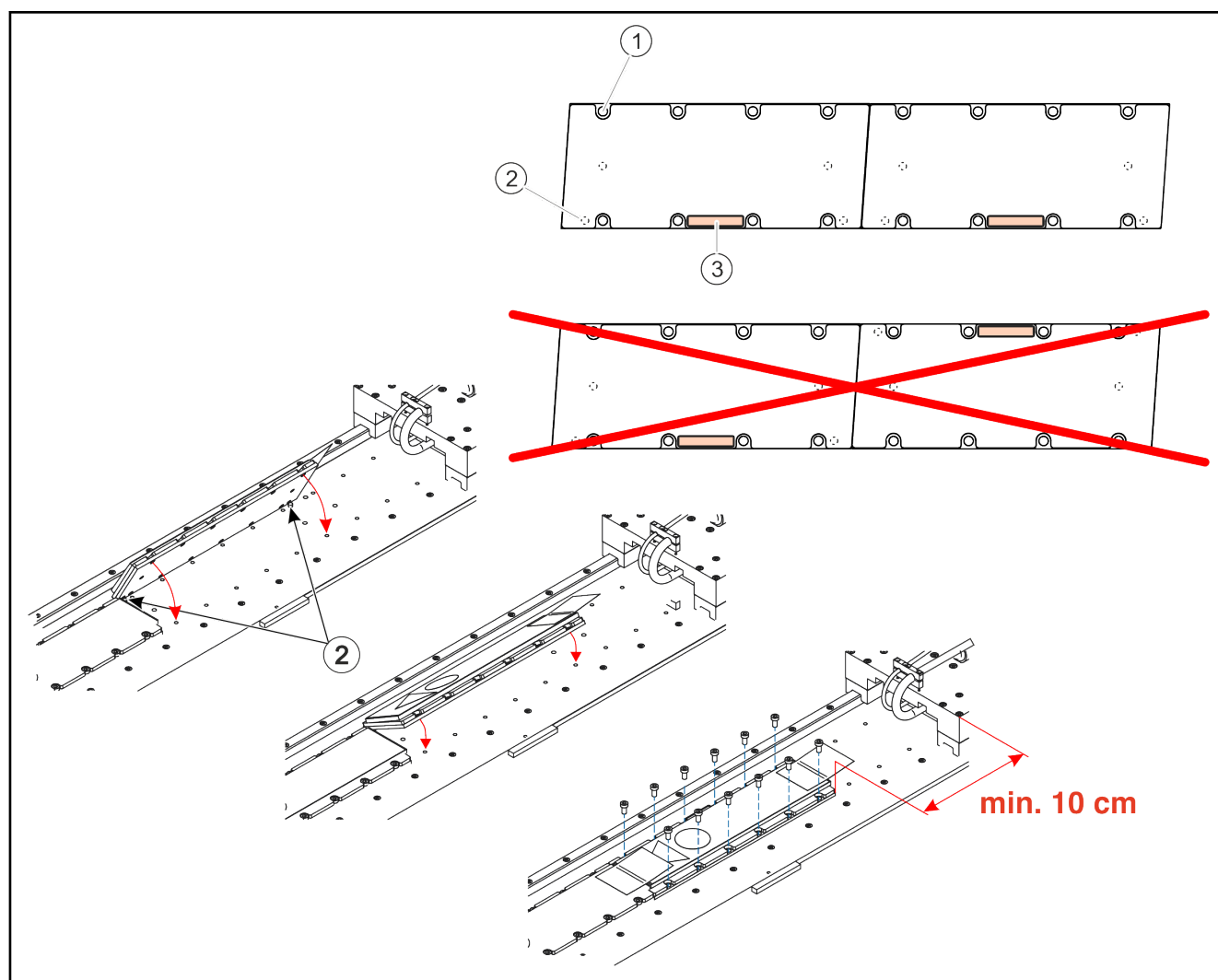
1. Passstifte in die Bohrungen am Maschinenbett einsetzen.



Stellen Sie sicher, dass die verwendeten Passstifte nicht höher als in den Maßblättern angegeben herausragen. Dies kann zur Beschädigung des Sekundärteils führen.

2. Sekundärteil so platzieren, dass die Passstifte in die Bohrungen im Sekundärteil greifen und langsam absetzen.
3. Sekundärteil mit Schrauben befestigen.
4. Ggf. weitere Sekundärteile in der gleichen Reihenfolge montieren. Das zuletzt montierte Sekundärteil muss hierbei einen Abstand von mindestens 10 cm zum Primärteil einhalten.

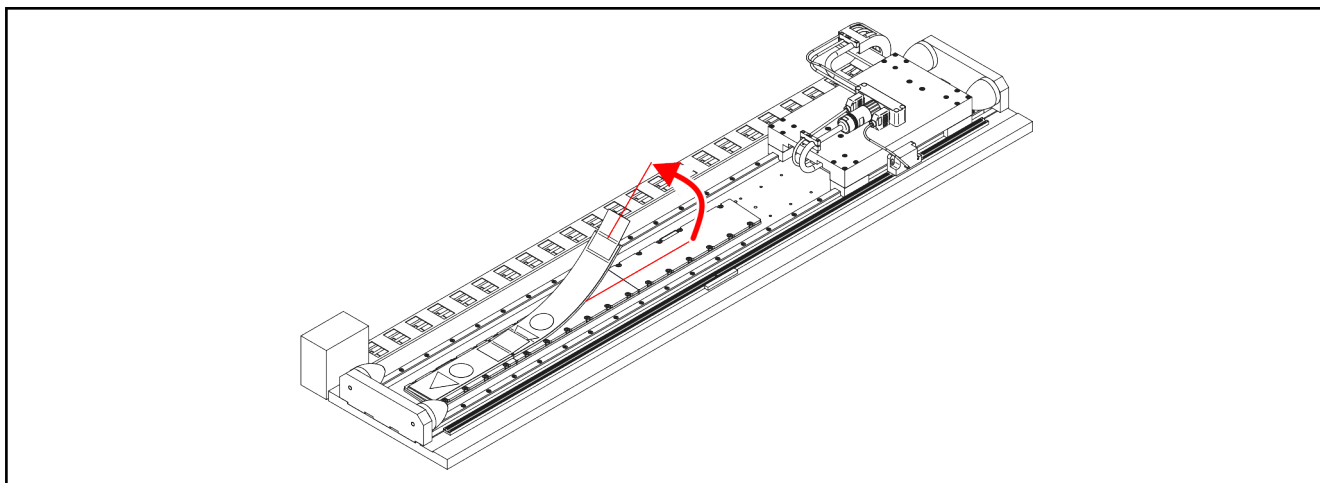
Montage



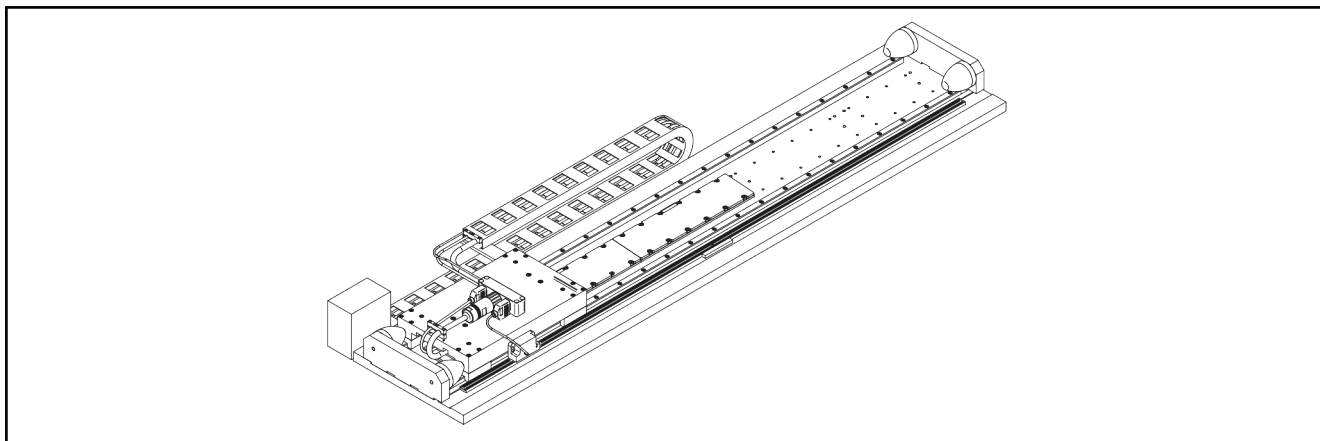
- ① Anschraubbohrungen
- ② Passstiftbohrungen (Sackloch auf Unterseite)
- ③ Referenzmarkierung

Abb. 11-4: Anschraub- und Passstiftbohrungen sowie Referenzmarkierung am ML3S

5. Entfernen Sie die den Transport- und Montageschutz auf den montierten Sekundärteilen.

*Abb. 11-5:*

6. Positionieren Sie nun den Schlitten mit dem Primärteil über den bereits montierten Sekundärteilen und sichern Sie diesen gegen unbeabsichtigte Bewegungen.

*Abb. 11-6:*

7. Montieren Sie die restlichen Sekundärteile entsprechend Arbeitsschritten 1 - 3.
Entfernen Sie im Anschluss wieder die den Transport- und Montageschutz.

11.5 Montage eines Abdeckblechs (Option)

11.5.1 Hinweise

Gemäß [Kap. 9.13.4 "Schutz des Motoreinbauraumes"](#) auf [Seite 108](#) kann zum Schutz der ML3S vor Verschmutzungen ein Edelstahlabdeckblech montiert werden.



Beim Einsatz von Abdeckblechen ist zu beachten, dass der geforderte Luftspalt zwischen den Motorkomponenten erhalten bleibt. Um dies zu erreichen muss die Einbauhöhe um das gleiche Maß wie die Dicke des Abdeckblechs erhöht werden. Beachten Sie hierzu die Angaben in [Tab. 7-3](#).

Benötigtes Werkzeug für die Montage:

- Schutzhandschuhe im Umgang mit dem Abdeckband

VORSICHT

Das Edelstahlabdeckband kann scharfe Ecken haben!

Tragen Sie Schutzhandschuhe beim Umgang mit dem Abdeckblech.

- Cutter für das Zurechtschneiden des Bands
- Messgerät zum Überprüfen der Schirmung

11.5.2 Montagedurchführung

Die Montage eines Abdeckblechs kann nach dem Entfernen des Transport- und Montageschutzes am ML3S erfolgen. Stellen Sie sicher, dass die gesamte Strecke frei liegt. Auf Grund der hohen magnetischen Anziehungskräfte haftet das Abdeckband stark an den Magnetplatten. Das Platzieren gelingt am besten durch Abrollen des Bandes, das Entfernen durch Aufrollen.



Ab- und Aufrollen des Bandes gelingt am besten mit zwei Personen.

1. Falls noch nicht erfolgt, entfernen Sie den Transport- und Montageschutz von den ML3S.
2. Bringen Sie den Schlitten an ein Ende der Achse, um den Großteil der Magnetbahn frei zu machen.
3. Rollen Sie das Band über den freien Teil der Magnetbahn ab.

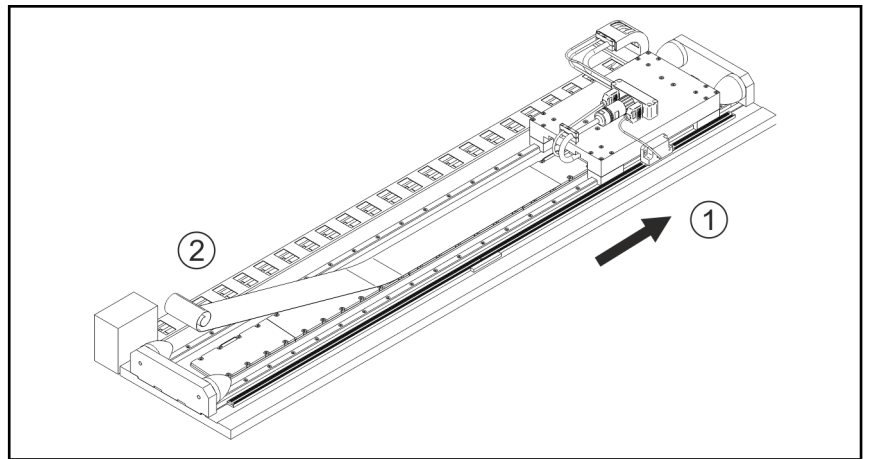


Abb. 11-7: Abdeckblech anbringen erste Seite

4. Bringen Sie den Schlitten in die Mitte der Achse.
5. Ziehen Sie die beiden Enden des Abdeckbands nach oben, so dass nur ein kleiner Teil des Bandes (unter dem Schlitten) mit der Magnetbahn in Kontakt ist.

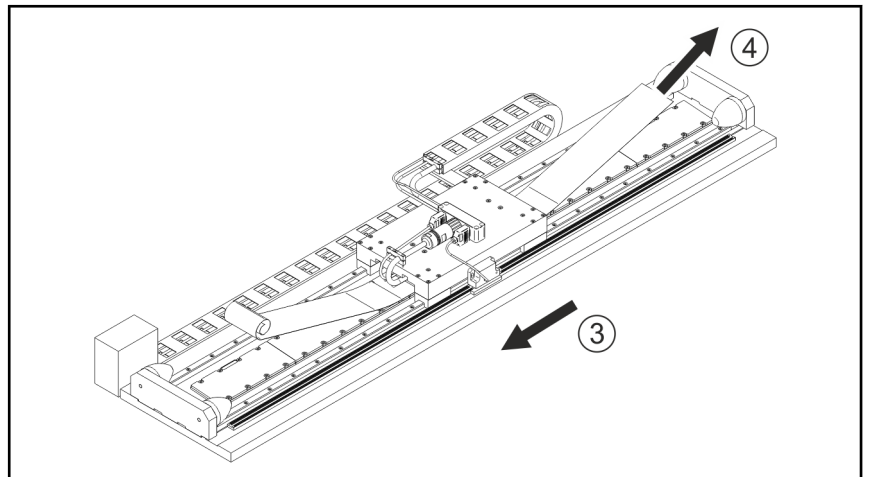


Abb. 11-8: Abdeckblech anbringen zweite Seite

6. In dieser Position kann das Band über die Magnetbahn gerutscht werden. Positionieren Sie das Band so, dass auf beiden Seiten ein kleines Stück übersteht.

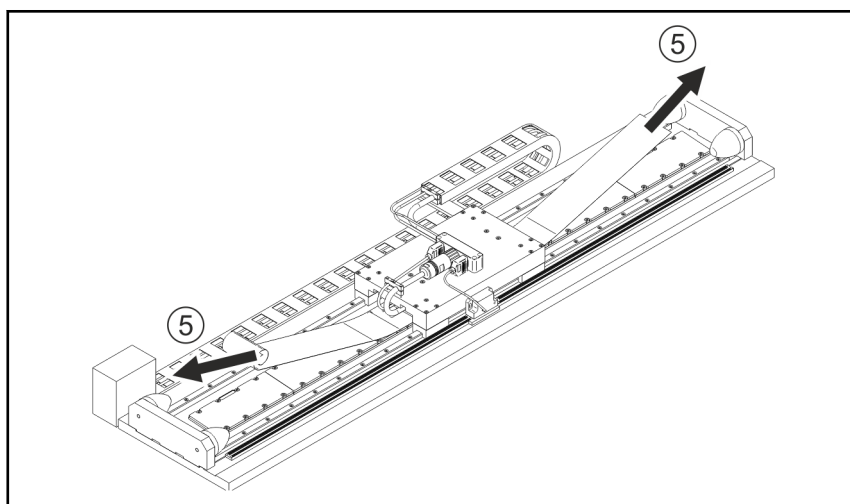


Abb. 11-9: Abdeckblech beidseitig ausrichten



Beachten Sie, dass die Magnete leicht schräg montiert sind. Das Abdeckband muss entsprechend diesem Winkel abgeschnitten werden, um eine bündige Ausrichtung mit dem Ende der Magnetbahn zu gewährleisten.

7. Entfernen Sie den Überstand und richten Sie das Band genauer aus. Das Abdeckband sollte mindestens mit den Magnetplatten abschließen.



Die Magnetbahn dient nicht als leitende Erdungsverbindung für das Abdeckband. Stellen Sie gemäß der Maschinensicherheitsnorm eine eigene Erdung sicher und überprüfen diese vor der Inbetriebnahme.

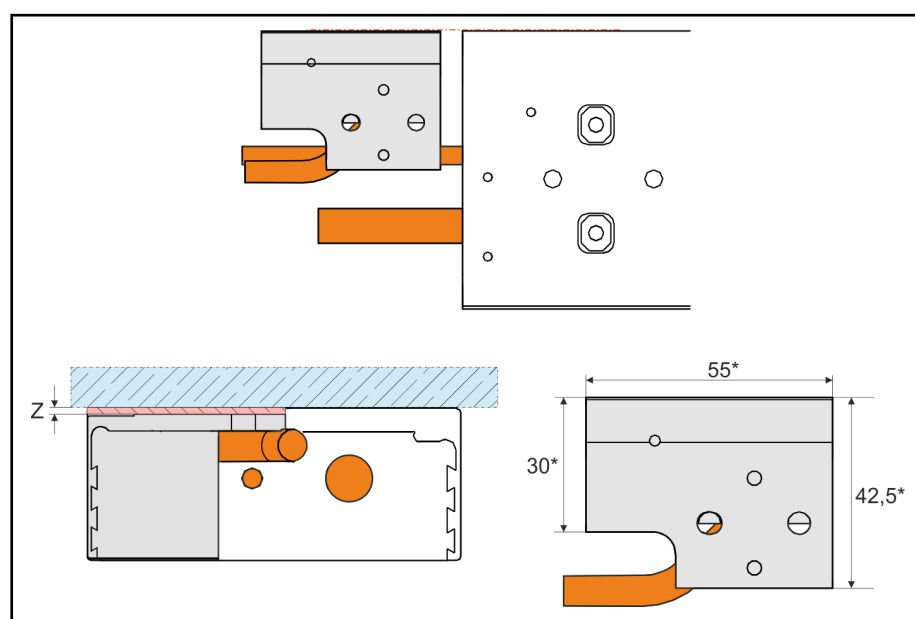
11.6 Montage Halleinheit (Option)

11.6.1 Analoge Halleinheit

Die Vorzugsanbauposition der Halleinheit ist am Schlitten am vorderen Ende des Primärteils an der sich auch der Kabelabgang befindet (siehe [Abb. 11-10](#)). Die Halleinheit wird hierbei seitlich an der Spuleneinheit ausgerichtet. Weitere Einbaupositionen als auch Hinweise zur Kommutierung bzw. zur Berechnung des Parameters P-0-0508 können [Kap. 12.6.4 "Hallsensorverfahren"](#) auf Seite 163 entnommen werden.



Bei Baugröße MLP11 wird zur Installation der analogen Halleinheit ein Abstandshalter (siehe Maß "Z") zwischen der Halleinheit und der Anschraubfläche des Primärteils benötigt.



* Weitere Bemaßungen und Toleranzen siehe [Abb. 5-12 "Maßblatt analoge Halleinheit"](#) auf Seite 58

Z Maß für Dicke des Abstandshalter

Abb. 11-10: Vorzugsanbauposition der analogen Halleinheit

ML3P...	Abstandshalter "Z"	Rotation zur Bewegungsachse	Ausrichtung zur Seite des Primärteils	Schrauben	Anzugsmoment (+/- 10%)	Passstifte
03	-	0,5°	± 1 mm	M4	3,1 Nm	Ø 5 F8
06	-					
11	1					

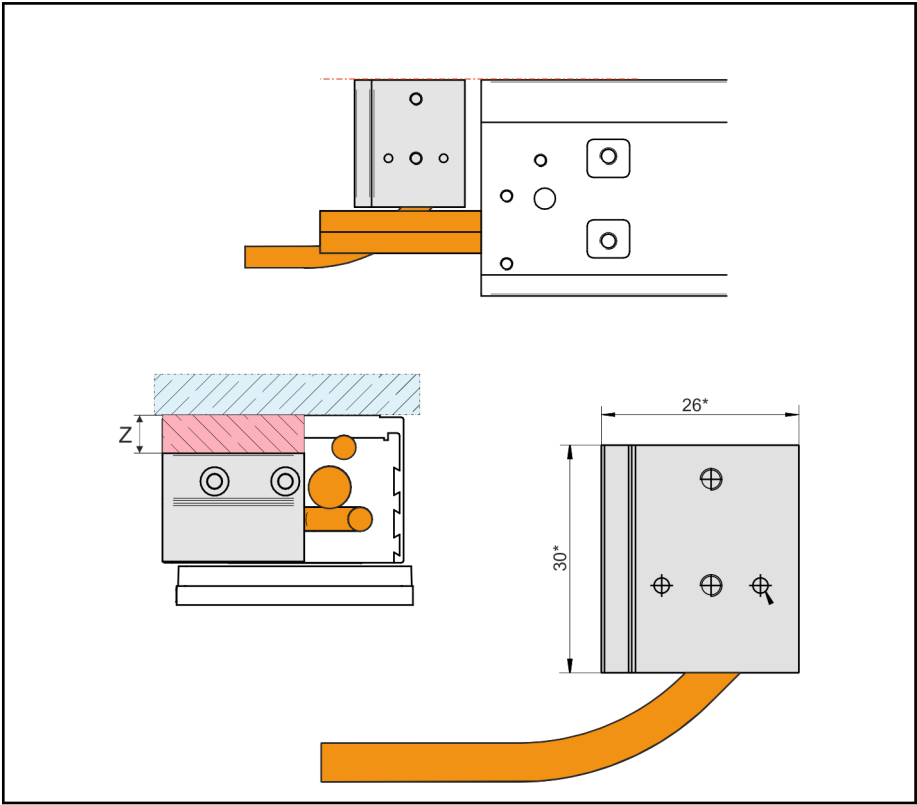
Tab. 11-6: Installationsanforderungen analoge Halleinheit

11.6.2 Digitale Halleinheit

Die Vorzugsanbauposition der Halleinheit ist am Schlitten am vorderen Ende des Primärteils an der sich auch der Kabelabgang befindet (siehe [Abb. 11-11](#)). Die Halleinheit wird hierbei seitlich an der Spuleneinheit ausgerichtet. Weitere Einbaupositionen als auch Hinweise zur Kommutierung bzw. zur Berechnung des Parameters P-0-0509 können [Kap. 12.6.4 "Hallsensorverfahren"](#) auf Seite 163 entnommen werden.



Bei der Installation der digitalen Halleinheit wird ein Abstandshalter (siehe Maß "Z") zwischen der Halleinheit und der Anschraubfläche des Primärteils benötigt.



* Weitere Bemaßungen und Toleranzen siehe [Abb. 5-13 "Maßblatt digitale Halleinheit"](#) auf Seite 59

Z Maß für Dicke des Abstandshalter
Abb. 11-11: Vorzugsanbauposition der digitalen Halleinheit

ML3P...	Abstandsmaß "Z"	Rotation bzgl. der Be- wegungsachse [Grad]	Ausrichtung zur Seite des Primärteils	Schrauben	Anzugsmoment (± 10%)	Pass- stifte
03	8,4 mm	0,5	± 1 mm	M3	1,3 Nm	Ø 5 F8
06	8,4 mm					
11	9,4 mm					

Tab. 11-7: Installationsanforderungen digitale Halleinheit

11.7 Elektrischer Anschluss

Führen Sie den elektrischen Anschluss gemäß den Angaben im [Kapitel 8](#) aus. Beachten Sie die Hinweise zu weiterführenden Dokumentationen.



- Achten Sie bei selbstgefertigten Kabeln auf EMV-gerechte Ausführung und Installation.
 - Achten Sie auf die evtl. nötige Fixierung von Steckverbindern und Leitungen zur Zugentlastung.
 - Die Anschlusspläne der Produktdokumentation dienen der Erstellung der Anlagenschaltpläne. Maßgebend für den Anschluss der Antriebskomponenten in der Maschine sind allein die Anlagenschaltpläne des Maschinenherstellers.
-

12 Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung

12.1 Allgemeine Informationen zur Inbetriebnahme der ML3-Motoren

Die Inbetriebnahme von Linearmotoren gestaltet sich in einigen Punkten anders als bei rotativen Servomotoren. Folgende Punkte sind im speziellen bei der Inbetriebnahme von Synchron-Linearmotoren zu beachten:

Parameter	Synchron-Linearmotoren sind Bausatzmotoren deren Einzelkomponenten vom Maschinenhersteller - komplettiert durch ein Gebersystem - direkt in die Maschine eingebaut werden. Aufgrund dessen besitzen Bausatzmotoren keinen Datenspeicher zur Bereitstellung von Motorparametern, Standardreglereinstellungen usw.. Sämtliche Parameter müssen bei der Inbetriebnahme von Hand eingegeben oder in den Antrieb geladen werden. Das Inbetriebnahmeprogramm IndraWorks stellt alle Motorparameter von Rexroth zur Verfügung.
Regleroptimierung	Die Vorgehensweise bei der Regleroptimierung (Strom-, Geschwindigkeits- und Lageregler) von linearen Direktantrieben entspricht der bei rotativen Servoantrieben. Lediglich die Einstellgrenzen sind bei Linearantrieben höher. So lassen sich z. B. bei linearen Direktantrieben im Vergleich zu rotativen Servoantrieben bis zu 10-fach höhere kv-Faktoren einstellen. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine entsprechende Maschinenkonstruktion (siehe Kap. 9.13 "Anforderungen an die Maschinenkonstruktion" auf Seite 107).
Bewegte Massen	Bei geregelten rotativen Servoantrieben gibt es regelungstechnische Einschränkungen beim Verhältnis von Motorträgheitsmoment zum Lastträgheitsmoment. Bei Direktantrieben mit Linearmotoren ist eine solche Einschränkung nicht vorhanden: Die bewegte Fremdmasse ist unabhängig von der Motoreigenmasse.
Geberpolarität	Die Polarität der Ist-Geschwindigkeit (Längenmesssystem) muss mit der Kraftpolarität des Motors übereinstimmen. Vor der Kommutierungseinstellung ist dieser Zusammenhang herzustellen.
Kommutierungseinstellung	Bei Synchron-Linearmotoren ist es prinzipbedingt erforderlich, die Position des Primärteils bezogen auf das Sekundärteil bereits sofort nach dem Einschalten bzw. nach einer Störung zu erhalten. Man spricht hierbei von einer Pollageerkennung oder Kommutierungseinstellung. Die Kommutierungseinstellung ist somit das Herstellen eines Lagebezuges zum elektrischen bzw. magnetischen Modell des Motors. Die Kommutierungseinstellung kann erst nach erfolgtem Einbau der Motorkomponenten und des Längenmesssystems erfolgen. Die Art und Weise der Kommutierungseinstellung richtet sich nach dem Messprinzip des Längenmesssystems.

12.2 Grundlegende Voraussetzungen

12.2.1 Allgemeines

Folgende Voraussetzungen müssen für eine erfolgreiche Inbetriebnahme geschaffen werden:

- Einhaltung der Sicherheitsvorschriften und -hinweise
- Überprüfung elektrischer und mechanischer Komponenten auf sichere Funktion
- Vorhandensein bzw. Bereitstellung von benötigten Hilfsmitteln
- Einhaltung des nachfolgend beschriebenen Inbetriebnahmeablaufs

12.2.2 Überprüfung aller elektrischen und mechanischen Komponenten

Vor Beginn der Inbetriebnahme ist eine Überprüfung aller elektrischen und mechanischen Komponenten durchzuführen. Insbesondere ist dabei auf folgende Punkte zu achten:



- Gewährleistung der Sicherheit von Mensch und Maschine
- Ordnungsgemäßer Einbau des Motors
- Korrekter Leistungsanschluss des Motors
- Korrekter Anschluss des Längenmesssystems
- Funktion vorhandener Sicherheitsendschalter, Türschalter usw.
- Ordnungsgemäße Funktion der NOT-AUS-Kette bzw. E-Stop
- Maschinenkonstruktion bzw. mechanischer Aufbau in einwandfreiem und komplettem Zustand
- Vorhandensein und Funktion geeigneter Endlagendämpfer
- Ordnungsgemäßer Anschluss und Funktion von Antriebsregelgerät und Steuerung

12.2.3 Hilfsmittel

Inbetriebnahmesoftware IndraWorks

Die Inbetriebnahme kann direkt über NC-Terminal oder über spezielle Inbetriebnahmesoftware erfolgen. Die Inbetriebnahmesoftware IndraWorks ermöglicht unter anderem das menügeführte, anwendungs- und motorspezifische Parametrieren und Optimieren der Antriebe.

PC

Bei der Inbetriebnahme mit Hilfe von IndraWorks wird ein handelsüblicher PC benötigt.

Inbetriebnahme über NC

Bei der Inbetriebnahme über die NC-Steuerung muss der Zugriff auf alle Antriebsparameter und Funktionalitäten gewährleistet sein.

Multimeter

Bei der Fehlersuche sowie Überprüfung von Komponenten kann ein Multimeter mit der Möglichkeit zur Spannungs-, Strom- und Widerstandsmessung hilfreich sein.

12.3 Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf

Im folgenden Flussdiagramm ist der prinzipielle Inbetriebnahmeablauf bei ML3 Linearmotoren dargestellt. Im Anschluss daran werden in den folgenden Kapiteln die einzelnen Punkte näher erläutert.



Achten Sie bei der Verwendung von Bosch Rexroth Regelgeräten darauf, dass die eingesetzte Firmware einer MPx-20 V18 oder höher entspricht.

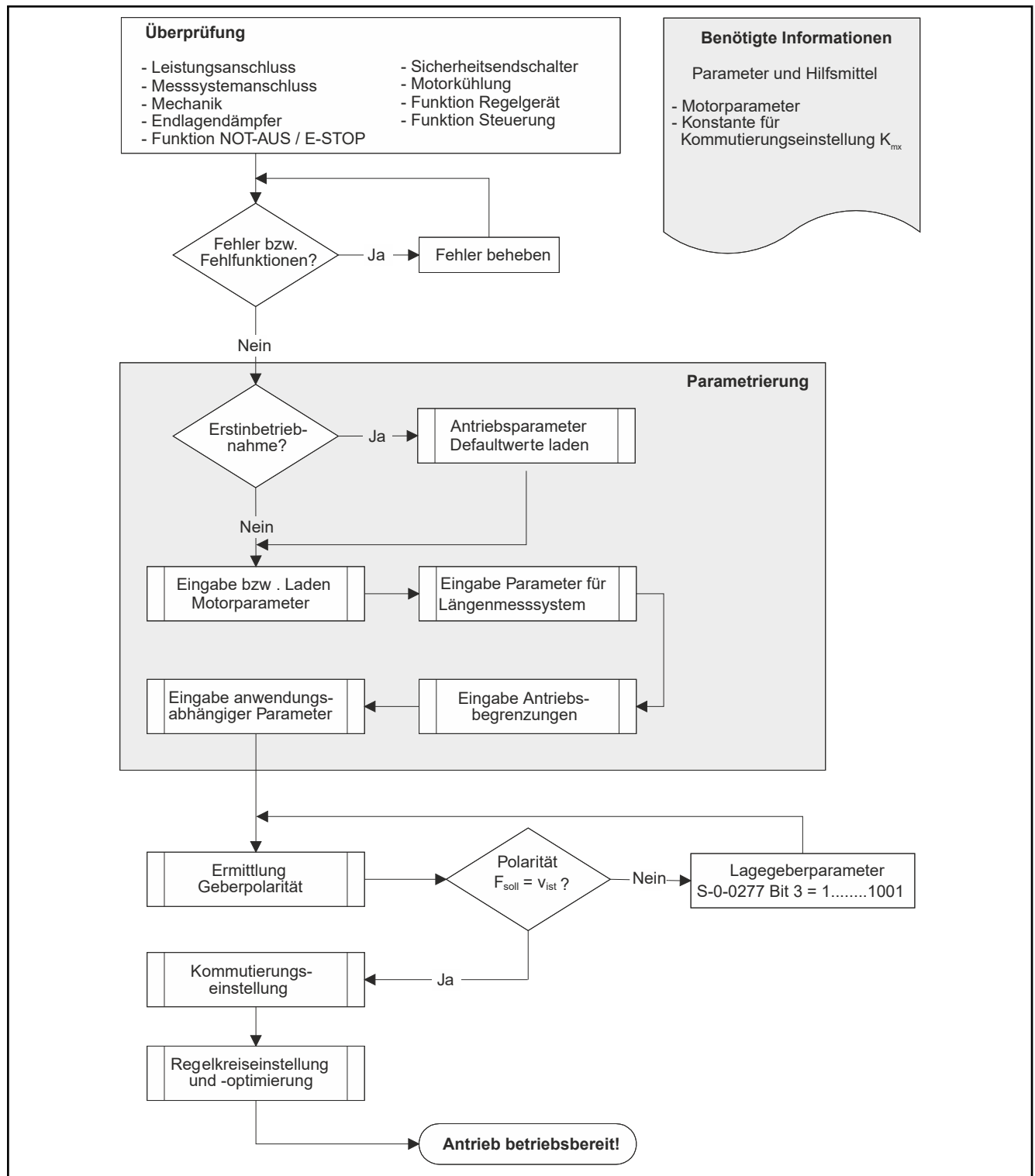


Abb. 12-1: Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf bei Synchron-Linearantrieben

12.4 Parametrierung

12.4.1 Allgemeines

Die Eingabe bzw. Änderung bestimmter Parameter sowie das Ausführen von Kommandos während der Inbetriebnahme erfolgt bei IndraWorks innerhalb menügeführter Dialoge oder in Listendarstellung und kann wahlweise auch über das Steuerungsterminal erfolgen.

12.4.2 Eingabe Motorparameter



Die Motorparameter werden von Rexroth vorgegeben und dürfen anwenderseitig nicht verändert werden. Sollten diese Parameter nicht vorliegen, ist eine Inbetriebnahme nicht möglich! Wenden Sie sich in diesem Fall an Ihre zuständige Rexroth Kundenbetreuungsstelle.

⚠ WARNUNG

Verletzungen und mechanische Beschädigungen durch Einschalten des Motors direkt nach Eingabe der Motorparameter! Allein durch die Eingabe der Motorparameter ist der Motor noch nicht betriebsbereit!

- ⇒ Parameter für Längenmesssystem eingeben
- ⇒ Messsystempolarität prüfen bzw. anpassen
- ⇒ Kommutierungseinstellung vornehmen

Die Eingabe der Motorparameter kann in folgender Weise erfolgen:

- Laden aller Motorparameter mittels IndraWorks
- Eingabe der einzelnen Parameter von Hand über Steuerung
- Laden eines kompletten Parametersatzes bei Serienmaschinen über Steuerung oder IndraWorks

12.4.3 Motorparameter bei Parallelanordnung

Werden zwei Linearmotoren an einem Regelgerät betrieben, müssen bei der Inbetriebnahme folgende Parameter angepasst werden:

Parameter	Bezeichnung	Anpassungsfaktor
P-0-4016	Motor-Längsinduktivität	x 0,5
P-0-4017	Motor-Querinduktivität	x 0,5
P-0-4048	Motor-Wicklungs-Widerstand	x 0,5
S-0-0106	Stromregler-Proportionalverstärkung 1	x 0,5
S-0-0109	Spitzenstrom Motor	x 2
S-0-0111	Stillstandsstrom Motor	x 2

Tab. 12-1: Parameteranpassung bei Parallelanordnung



Wird nicht die maximal mögliche Dauernennkraft bzw. die maximal mögliche Spitzenkraft des Motors benötigt, kann auch ein kleineres Regelgerät verwendet werden. In diesem Fall muss die Einstellung vorgenannter Ströme dem ausgewählten Regelgerät angepasst werden. Nutzen Sie hierzu das Rexroth Auslegungstool IndraSize (siehe [Kap. 4.1.3](#)).

12.4.4 Eingabe Parameter Längenmesssystem

Gebertyp In Abhängigkeit vom Gebersystem muss eine Festlegung der Parameter erfolgen. Dazu dient der Parameter S-0-0602.x.1, Gebertyp.

Geberparametrierung	S-0-602.1.1	S-0-602.2.1
Inkrementelles Messsystem	2	-
Absolutgeber mit ENDAT-Schnittstelle	6	-
Inkrementelles Messsystem mit digitaler Halleinheit	23	-
Inkrementelles Messsystem mit analoger Halleinheit	2	16

Tab. 12-2: Geberparameter



Detaillierte Ausführungen erfolgen innerhalb der Firmware- bzw. Parameterbeschreibung des verwendeten Antriebsregelgerätes.

- Rexroth IndraDrive MPx-16 bis MPx-xx Parameterbeschreibung, MNR R911328650
- Rexroth IndraDrive MPx-16 Anwendungsbeschreibung, MNR R911326484

Signalperiode Bei Längenmesssystemen für Linearmotoren werden **sinusförmige Signale** erzeugt und ausgewertet. Die Eingabe der Signalperiode muss im Parameter S-0-0602.x.3, Geber 1 Auflösung erfolgen.

Beachten Sie hierzu die Angaben des Messsystemherstellers zur Auflösung der Gebersignale.

12.4.5 Eingabe Antriebsbegrenzungen und anwendungsabhängiger Parameter

Antriebsbegrenzungen Zu den möglichen einstellbaren Antriebsbegrenzungen gehören:

- Strombegrenzung
- Kraftbegrenzung
- Geschwindigkeitsbegrenzungen
- Verfahrbereichsbegrenzungen

Anwendungsabhängige Parameter Zur anwendungsabhängigen Antriebsparametrierung gehört z. B. die Parametrierung der Fehlerreaktion des Antriebs.



Detaillierte Ausführungen erfolgen innerhalb der Firmware- bzw. Parameterbeschreibung des verwendeten Antriebsregelgerätes. Siehe hierzu [Kap. 12.4.4 "Eingabe Parameter Längenmesssystem"](#) auf Seite 159.

12.5 Ermittlung der Polarität des Längenmesssystems

Um im Geschwindigkeitsregelkreis Mitkopplung zu vermeiden, muss die Wirkrichtung (Verfahrrichtung) der Motorkraft und die Zählrichtung des Längenmesssystems gleich sein.

⚠ WARNUNG

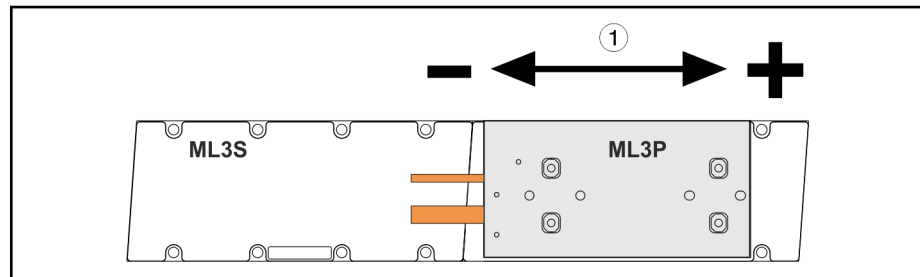
Unkontrollierte Bewegung des Motors beim Einschalten durch unterschiedliche Wirkrichtung von Motorkraft und Zählrichtung vom Längenmesssystem!

- Sicherung gegen unkontrollierte Bewegung
- Einstellung Wirkrichtung Motorkraft gleich Zählrichtung Längenmesssystem

Wirkrichtung Motorkraft

Für die Einstellung der richtigen Geberpolarität gilt:

Die Wirkrichtung der Motorkraft ist entsprechend dem Anschluss nach Abb. 12-2 in Richtung des Kabelanschlusses des Primärteils immer negativ.

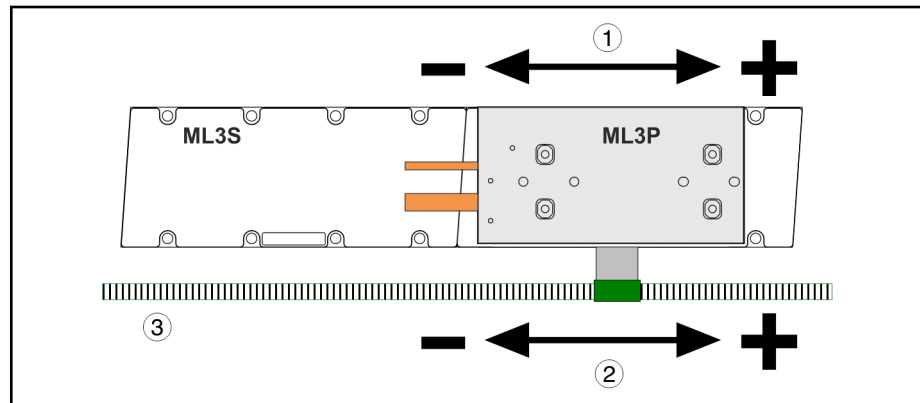


① Krafrichtung

Abb. 12-2: Wirkrichtung Motorkraft

Wirkrichtung Motorkraft = Zählrichtung Längenmesssystem

Bei Bewegung des Primärteils in Richtung Kabelanschluss muss somit auch die Zählrichtung des Längenmesssystems negativ sein:



① Krafrichtung

② Zählrichtung

③ Längenmesssystem

Abb. 12-3: Wirkrichtung Motorkraft = Zählrichtung Längenmesssystem



Die Einstellung der Geberpolarität erfolgt nur in Bezug auf das Primärteil (Kabelanschluss). Die Einbaurichtung bzw. Polfolge des Sekundärteils hat auf die Einstellung der Geberpolarität keinen Einfluss.

Die Einstellung der Geberpolarität erfolgt über Parameter
S-0-0277, Lagegeberart 1 (Bit 3)

Die Einstellung des Gebertyps erfolgt über Parameter
S-0-0602.x.1, Gebertyp

Bei der Einstellung der Zählrichtung des Längenmesssystems dürfen die Lage-, Geschwindigkeits- und Kraftdaten nicht invertiert sein:

S-0-0085, Drehmoment-/Kraft-Polaritäten-Parameter: 0000000000000000

S-0-0043, Geschwindigkeits-Polaritäten-Parameter: 0000000000000000

S-0-0055, Lage-Polaritäten: 0000000000000000

12.6 Kommutierungseinstellung

12.6.1 Allgemeines

Bedingung für eine maximale und konstante Kraftentfaltung des Synchron-Linearmotors ist die korrekte Einstellung des Kommutierungswinkels.



Die Kommutierungseinstellung ist in folgenden Fällen immer durchzuführen:

- ⇒ Erstinbetriebnahme
- ⇒ Änderung des mechanischen Anbaus des Längenmesssystems
- ⇒ Tausch Längenmesssystem
- ⇒ Änderung des mechanischen Anbaus von Primär- und/oder Sekundärteil

Durch diese Prozedur wird sichergestellt, dass der Winkel zwischen dem Stromvektor des Primärteils und dem Flussvektor des Sekundärteils immer 90° beträgt. In diesem Zustand liefert der Motor die maximale Kraft.

Einstellverfahren

In der Firmware sind unterschiedliche Verfahren zur Kommutierungseinstellung implementiert. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen dem verwendeten Längenmesssystem und dem einzusetzenden Verfahren.

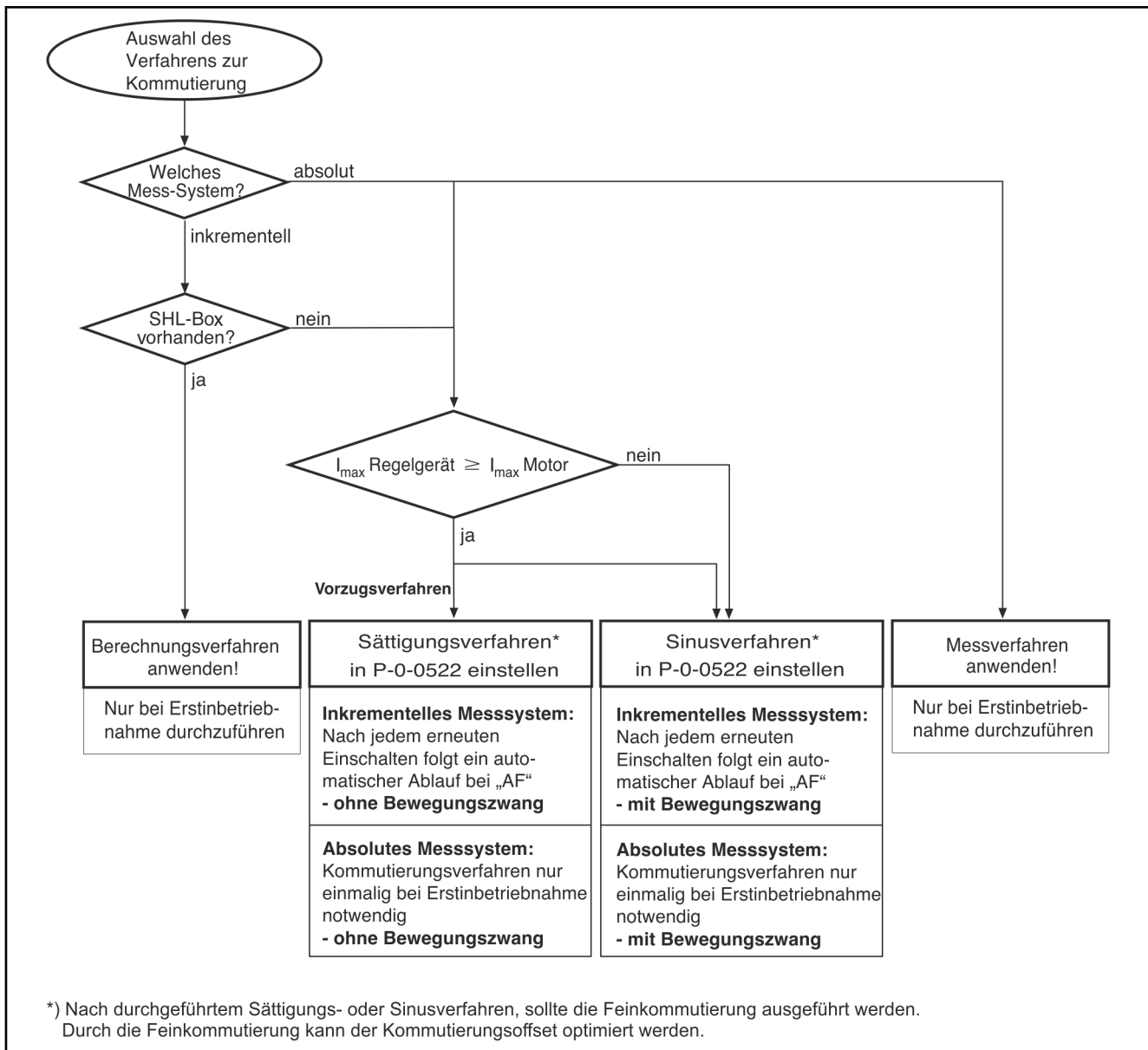


Abb. 12-4: Verfahren zur Kommutierungseinstellung bei Synchron-Linearmotoren



Beachten Sie folgende Voraussetzungen zur Kommutierungseinstellung:

- ⇒ Wirkrichtung Motorkraft = Zählrichtung Längenmesssystem
- ⇒ Motor- und Geberparametrierung korrekt
- ⇒ Einhaltung der beschriebenen Einstellprozeduren
- ⇒ Strom- und Geschwindigkeitsregelkreis muss sinnvoll parametrisiert sein
- ⇒ Korrekter Anschluss Motorleistungskabel
- ⇒ Schutz vor unkontrollierter Bewegung

⚠ GEFAHR

Fehlfunktion und / oder unkontrollierte Bewegung des Motors durch Fehler bei der Kommutierungseinstellung!

Führen Sie die Kommutierungseinstellung sehr sorgfältig aus. Beachten Sie zur Kommutierung die detaillierten Hinweise der Dokumentationen unter [Kap. 12.4.4 "Eingabe Parameter Längenmesssystem"](#) auf Seite 159.

Motoranschluss

Die Zuordnung der einzelnen Phasen des Motorleistungsanschlusses muss korrekt erfolgen.

Parameterüberprüfung

Um die ordnungsgemäße Kommutierungseinstellung zu gewährleisten, sollten folgende Parameter nochmals überprüft werden:

Identnummer	Beschreibung	Bezeichnung/Funktion
S-0-0085	Drehmom./ Kraft-Polaritäten-Parameter	Siehe Rexroth IndraDrive MPx-16 bis MPx-xx Parameterbeschreibung, MNR R911328650
S-0-0043	Geschwindigkeits-Polaritäten-Parameter	
S-0-0055	Lage-Polarität	
P-0-4014	Motorart	
P-0-0018	Polpaarzahl/Polpaarweite	
S-0-0602.x.3	S-0-0116, Geberauflösung	
P-0-0522	Steuerwort Kommutierungseinstellung	
S-0-0602.x.1	Gebertyp	

Tab. 12-3: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung

12.6.2 Sättigungsverfahren (Vorzugsverfahren zur Kommutierung von Synchron-Linearmotoren)

Das Sättigungsverfahren ist das bevorzugte Verfahren zur Kommutierung der Synchron-Linearmotoren.

Detaillierte Hinweise zum Sättigungsverfahren finden Sie in Kapitel "Kommutierungseinstellung" der Anwendungsbeschreibung DOK-INDRV*-MP*-21VRS*-..., Materialnummer R911385759.

12.6.3 Sinusverfahren

Detaillierte Hinweise zum Sättigungsverfahren finden Sie in Kapitel "Kommutierungseinstellung" der Anwendungsbeschreibung DOK-INDRV*-MP*-21VRS*-..., Materialnummer R911385759.

12.6.4 Hallsensorverfahren

Das Hallsensorverfahren findet Anwendung bei Verwendung eines inkrementellen Messsystems in Verbindung mit einer Halleinheit im Primärteil. Beachten Sie hierzu auch die Angaben zur Halleinheit in [Kap. 7.1.2 "Funktionsprinzip"](#) auf Seite 71.

Kommutierung mittels analoger Halleinheit

Beim Einsatz der analogen Halleinheit müssen folgende Parameter bestimmt werden:

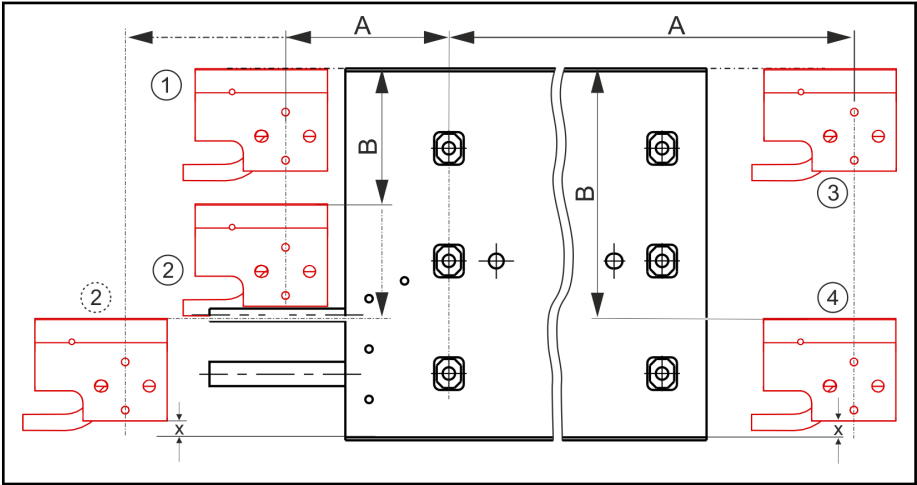
Identnummer	Beschreibung	Wert
S-0-0602.1.1	Gebertyp	2
S-0-0602.2.1		16
P-0-0508	Kommuntierungs-Offset	Berechnung erfolgt anhand der Anbauposition der Halleinheit.

Tab. 12-4: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung



Parameter P-0-0508 ist in Abhängigkeit von der gewählten Anbauposition der Halleinheit zu ermitteln und kann nur mit einer ganzen Zahl (gerundet ohne Kommastellen) zwischen 0 und +1024 belegt werden. Liegt der ermittelte Wert außerhalb dieser Spanne muss der Wert 1024 so lange addiert oder subtrahiert werden, bis ein zulässiger Parameterwert in der vorgegebenen Spanne erreicht wird.

Im Folgenden werden mögliche Anbaupositionen dargestellt. Die zur Anbauposition zugehörige Berechnungsformel als auch die erforderlichen PK_A- und C-Konstanten finden Sie im weiteren Verlauf.



- ① ... ④ Anbaupositionen
- Maß "x" Abstand zur Primärteilaußenkante bei ML3P03 - 8 mm;
ML3P06 - 6 mm; ML3P11 - 6 mm

Abb. 12-5: Mögliche Anbaupositionen der Halleinheit

Anbauposition 1 (Vorzugsanbau): Anbau der analogen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite des Primärteils. Die Halleinheit schließt hierbei seitlich bündig mit dem Primärteil ab (siehe ① Abb. 12-10).

$$P-0-0508 = PK_A + \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times A$$

- P-0-0508 Kommuntierungsoffset
- PK_A Konstante für analoge Halleinheit (siehe Tab. 12-7)
- τ_p Polweite
- A Versatz zwischen Anschraubreihe analoger Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)

Abb. 12-6: Formel zum Anbau der analogen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite am Primärteil

Anbauposition 2: Anbau der analogen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite des Primärteils. Die Halleinheit ist hierbei um Maß "S" seitlich in Richtung Kabelabgang des Primärteils versetzt (siehe ② [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0508 = PK_A + \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times (A - B \times C)$$

P-0-0508	Kommutierungsoffset
PK _A	Konstante (siehe Tab. 12-7)
τ _p	Polweite
A	Versatz zwischen Anschraubreihe analoger Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)
B	seitlicher Versatz, darf die seitliche Motorkontur nicht überragen
C	Konstante (Ausgleich der Schrägung bei Seitenversatz siehe Tab. 12-7)
Abb. 12-7:	Formel zum Anbau der analogen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite mit seitlichem Versatz

Anbauposition 3: Anbau der analogen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Seite des Kabelabgangs am Primärteil. Die Halleinheit schließt hierbei seitlich bündig mit dem Primärteil ab (siehe ③ [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0508 = PK_A - \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times A$$

P-0-0508	Kommutierungsoffset
PK _A	Konstante (siehe Tab. 12-7)
τ _p	Polweite
A	Versatz zwischen Anschraubreihe analoger Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)
Abb. 12-8:	Formel zum Anbau der analogen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangsseite am Primärteil

Anbauposition 4: Anbau der analogen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangs am Primärteils. Die Halleinheit ist hierbei um Maß "S" seitlich in Richtung der gegenüberliegenden Motorflanke versetzt (siehe ④ [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0508 = PK_A - \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times (A + B \times C)$$

P-0-0508 Kommutierungsoffset

PK_A Konstante (siehe Tab. 12-7)

τ_p Polweite

A Versatz zwischen Anschraubreihe analoger Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)

B seitlicher Versatz (darf die seitliche Motorkontur nicht überragen)

C Konstante (Ausgleich der Schrägung bei Seitenversatz siehe Tab. 12-7)

Abb. 12-9: Formel zum Anbau der analogen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangsseite mit seitlichem Versatz

Motortyp	PK _A -Konstante	C-Konstante
ML3P03-ANBWN-BAFNN-NN	246	0,14
ML3P03-BNBWN-BAFNN-NN	246	
ML3P03-DNBWN-BAFNN-NN	331	
ML3P03-FNBNN-BAFNN-NN	651	
ML3P03-FNBUN-BAFNN-NN	651	
ML3P06-BNBKU-BANNN-NN	246	0,07
ML3P06-BNBRU-BANNN-NN	246	
ML3P06-CNBCU-BANNN-NN	331	
ML3P06-CNBRU-BANNN-NN	331	
ML3P06-DNBKU-BANNN-NN	331	
ML3P06-DNBRU-BANNN-NN	331	
ML3P06-ENBKU-BANNN-NN	331	
ML3P06-ENBRU-BANNN-NN	331	
ML3P06-FNBKU-BANNN-NN	651	
ML3P06-FNBRU-BANNN-NN	651	
ML3P06-HNBKU-BANNN-NN	331	
ML3P06-HNBRU-BANNN-NN	331	
ML3P11-DNBFN-BANNN-NN	331	0,035
ML3P11-DNBQN-BANNN-NN	331	
ML3P11-ENBCN-BANNN-NN	331	
ML3P11-ENBQN-BANNN-NN	331	
ML3P11-LNBCN-BANNN-NN	331	
ML3P11-LNBQN-BANNN-NN	331	

Tab. 12-5: PK_A- und C-Konstanten zur Berechnung des P-0-0508 (Kommutierungs-Offset)

Mit vorgenannter Berechnung des P-0-0508 wird der wirksame Kommutierungs-Offset (P-0-0521) bei Umschaltung in den Betriebsmodus automatisch berechnet.



Das Verfahren "Referenzpunkt-optimaler Kommutierungs-Offset" kann bei analogen Halleinheiten nicht genutzt werden, da der hierzu erforderliche Parameter P-0-0508 bereits für das Verfahren "Kommutierung mittels analoger Halleinheiten" verwendet wird.

Kommutierung mittels digitaler Halleinheit

Beim Einsatz der digitalen Halleinheit müssen folgende Parameter bestimmt werden:

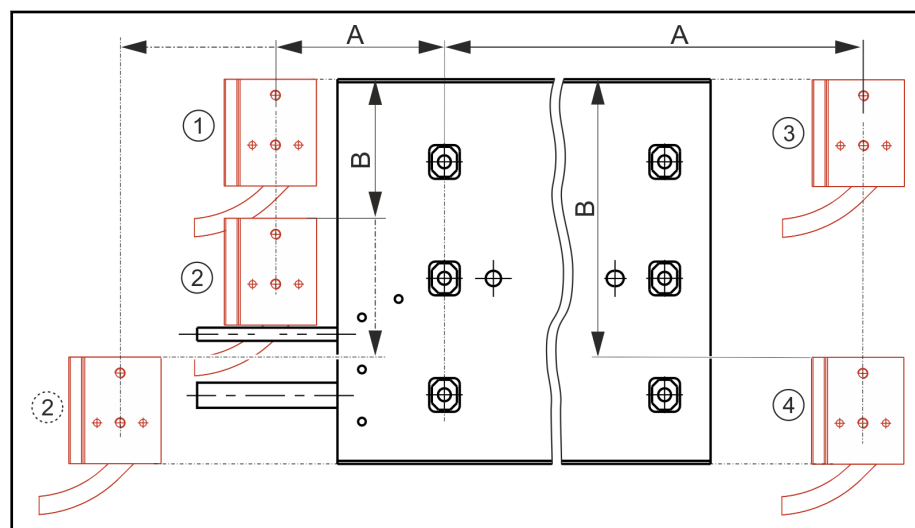
Identnummer	Beschreibung	Wert
S-0-0602.x.1	Gebertyp	23
P-0-0509	Kommutierungsoffset grob	Berechnung erfolgt anhand der Anbauposition der Halleinheit .

Tab. 12-6: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung



Parameter P-0-0509 ist in Abhängigkeit von der gewählten Anbauposition der Halleinheit zu ermitteln und kann nur mit einer ganzen Zahl (gerundet ohne Kommastellen) zwischen 0 und +1024 belegt werden. Liegt der ermittelte Wert außerhalb dieser Spanne muss der Wert 1024 so lange addiert oder subtrahiert werden, bis ein zulässiger Parameterwert in der vorgegebenen Spanne erreicht wird.

Im folgenden werden mögliche Anbaupositionen dargestellt. Die zur Anbauposition zugehörige Berechnungsformel als auch die erforderlichen PK_D- und C-Konstanten finden Sie im weiteren Verlauf.



① ... ④ Anbaupositionen

Abb. 12-10: Mögliche Anbaupositionen der Halleinheit

Anbauposition 1 (Vorzugsanbau): Anbau der digitalen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite des Primärteils. Die Halleinheit schließt hierbei seitlich bündig mit dem Primärteil ab (siehe ① [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0509 = PK_D + \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times A$$

P-0-0509	Kommutierungsoffset grob
PK_D	Konstante für digitale Halleinheit (siehe Tab. 12-7)
τ_p	Polweite
A	Versatz zwischen Anschraubreihe digitaler Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)

Abb. 12-11: Formel zum Anbau der digitalen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite am Primärteil

Anbauposition 2: Anbau der digitalen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite des Primärteils. Die Halleinheit ist hierbei um Maß "S" seitlich in Richtung Kabelabgang des Primärteils versetzt (siehe ② [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0509 = PK_D + \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times (A - B \times C)$$

P-0-0509	Kommutierungsoffset grob
PK_D	Konstante (siehe Tab. 12-7)
τ_p	Polweite
A	Versatz zwischen Anschraubreihe digitaler Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)
B	seitlicher Versatz, darf die seitliche Motorkontur nicht überragen
C	Konstante (Ausgleich der Schrägung bei Seitenversatz siehe Tab. 12-7)

Abb. 12-12: Formel zum Anbau der digitalen Halleinheit auf der Kabelabgangsseite mit seitlichem Versatz

Anbauposition 3: Anbau der digitalen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Seite des Kabelabgangs am Primärteil. Die Halleinheit schließt hierbei seitlich bündig mit dem Primärteil ab (siehe ③ [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0509 = PK_D - \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times A$$

P-0-0509	Kommutierungsoffset grob
PK_D	Konstante (siehe Tab. 12-7)
τ_p	Polweite
A	Versatz zwischen Anschraubreihe digitaler Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)

Abb. 12-13: Formel zum Anbau der digitalen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangsseite am Primärteil

Anbauposition 4: Anbau der digitalen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangs am Primärteils. Die Halleinheit ist hierbei um Maß "S" seitlich in Richtung der gegenüberliegenden Motorflanke versetzt (siehe ④ [Abb. 12-10](#)).

$$P - 0 - 0509 = PK_D - \frac{1024}{2 \times \tau_p} \times (A + B \times C)$$

- P-0-0509** Kommutierungsoffset grob
PK_D Konstante (siehe Tab. 12-7)
τ_p Polweite
A Versatz zwischen Anschraubreihe digitaler Halleinheit und erster Anschraubreihe kabelseitig am Primärteil (siehe Abb. 12-10)
B seitlicher Versatz (darf die seitliche Motorkontur nicht überragen)
C Konstante (Ausgleich der Schrägung bei Seitenversatz siehe Tab. 12-7)

Abb. 12-14: Formel zum Anbau der digitalen Halleinheit auf der gegenüberliegenden Kabelabgangsseite mit seitlichem Versatz

Motortyp	PK _D -Konstante	C-Konstante
ML3P03-ANBWN-BAFNN-NN	867	0,14
ML3P03-BNBWN-BAFNN-NN	29	
ML3P03-DNBWN-BAFNN-NN	967	
ML3P03-FNBNN-BAFNN-NN	647	
ML3P03-FNBUN-BAFNN-NN	647	
ML3P06-BNBKU-BANNN-NN	760	0,07
ML3P06-BNBRU-BANNN-NN	760	
ML3P06-CNBCU-BANNN-NN	845	
ML3P06-CNBRU-BANNN-NN	845	
ML3P06-DNBKU-BANNN-NN	67	
ML3P06-DNBRU-BANNN-NN	67	
ML3P06-ENBKU-BANNN-NN	845	
ML3P06-ENBRU-BANNN-NN	845	
ML3P06-FNBKU-BANNN-NN	141	
ML3P06-FNBRU-BANNN-NN	141	
ML3P06-HNBKU-BANNN-NN	67	
ML3P06-HNBRU-BANNN-NN	67	
ML3P11-DNBFN-BANNN-NN	967	0,035
ML3P11-DNBQN-BANNN-NN	967	
ML3P11-ENBCN-BANNN-NN	967	
ML3P11-ENBQN-BANNN-NN	967	
ML3P11-LNBCN-BANNN-NN	967	
ML3P11-LNBQN-BANNN-NN	967	

Tab. 12-7: PK_D- und C-Konstanten zur Berechnung des P-0-0509 (Kommutierungsoffset grob)

Mit vorgenannten Einstellungen wird der wirksame Kommutierungs-Offset (P-0-0521) bei Umschaltung in den Betriebsmodus automatisch berechnet. Durch die Kommutierung mittels digitaler Halleinheit wird nur eine Genauigkeit von $\pm 30^\circ$ elektrisch erreicht. Hierbei ist mit einem maximalen Kraftverlust von 14 % zu rechnen.

Damit nach jedem erneuten Einschalten des Antriebs exakt der gleiche Kommutierungs-Offset zur Verfügung steht, muss der optimale Kommutierungs-Offset am Referenzpunkt hinterlegt werden.

Vorgehensweise am IndraDrive Cs:

1. Erstinbetriebnahmemodus aktivieren (P-0-0522, Bit 15)
2. Kommutierungseinstellung mittel Sättigungsverfahren durchführen.
3. Achse in "AF" schalten.
4. Feinkommutierung starten.
5. Referenzpunktfahrt auslösen.

Beim Erreichen des Referenzpunktes wird an diesem der "Referenzpunkt-optimaler Kommutierungs-Offset" (P-0-0508) abgelegt.

6. Erstinbetriebnahmemodus deaktivieren.

Bei jedem Neustart der Maschine wird durch Umschaltung in den Betriebsmodus die Grobbestimmung des Kommutierungs-Offsets ($\pm 30^\circ$) durchgeführt. Der Antrieb kann jetzt mit reduzierter Kraft den Referenzpunkt anfahren. Sobald der Referenzpunkt erreicht oder überfahren wird, übernimmt der Antrieb den Referenzpunktoptimalen Kommutierungs-Offset und der Achse steht die maximale Kraft zur Verfügung.

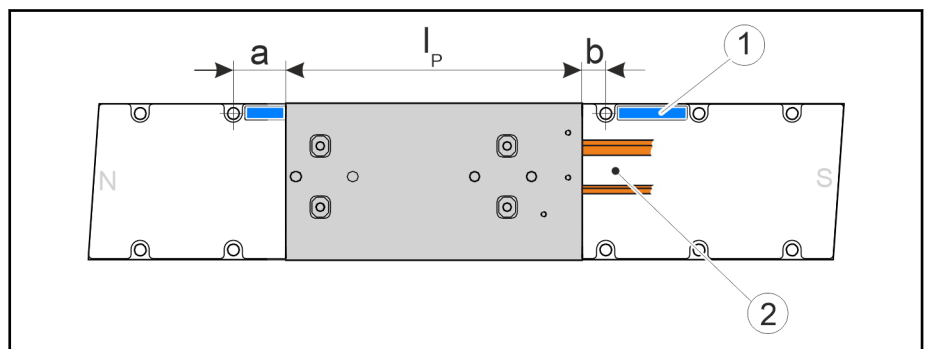
12.6.5 Messverfahren: Messung des Bezugs zwischen Primär- und Sekundärteil

Zur Kommutierungseinstellung muss bei diesem Verfahren die relative Position des Primärteils in Bezug auf das Sekundärteil ermittelt werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass keine Leistungszuschaltung und keine Achsbewegung bei der Kommutierungseinstellung erfolgen muss. Die Kommutierungseinstellung muss nur bei der Erstinbetriebnahme durchgeführt werden.



- Die Position des Primärteils darf bis zur Beendigung der Prozedur zur Kommutierungseinstellung nicht mehr verändert werden!
- Dieses Verfahren setzt ein absolutes Längenmesssystem voraus.

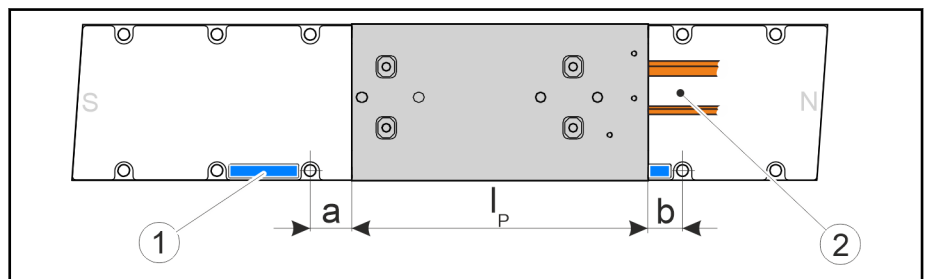
Montageart 1



- ① Referenzmarkierung am Sekundärteil - OBEN
- ② Kabelabgangsseite am Primärteil - RECHTS
- Maß "a" Abstand Primärteiltrückseite zur Bohrungsmitte
- Maß "b" Abstand Primärteilverderseite (Kabelabgangsseite) zur Bohrungsmitte
- l_P Länge Primärteil

Abb. 12-15: Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil (Montageart 1)

Montageart 2



- ① Referenzmarkierung am Sekundärteil - UNTEN
- ② Kabelabgangsseite am Primärteil - RECHTS
- Maß "a" Abstand Primärteiltrückseite zur Bohrungsmitte
- Maß "b" Abstand Primärteilverderseite (Kabelabgangsseite) zur Bohrungsmitte
- l_P Länge Primärteil

Abb. 12-16: Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil (Montageart 2)

Berechnung P-0-0523

Der für die Berechnung des Kommutierungsoffset erforderliche Eingabewert in P-0-0523 wird in Abhängigkeit von der gewählten Montageart und der daraus gemessenen Relativposition von Primär- zu Sekundärteil sowie einer motorabhängigen Konstante k_{mx} ermittelt (siehe Abb. 12-17 und Tab. 12-8).

$$\textcircled{1} \quad P - 0 - 0523 = -a - k_{mx}$$

$$\textcircled{2} \quad P - 0 - 0523 = +b + l_p - k_{mx}$$

- ① Berechnung P-0-0523 mit ermitteltem Maß "a"
 ② Berechnung P-0-0523 mit ermitteltem Maß "b"
P-0-0523 Kommutierungseinstellung-Messwert in mm
a ermittelter Abstand in mm
b ermittelter Abstand in mm
k_{mx} Motorkonstante zur Kommutierungseinstellung in mm (siehe Tab. 12-8)
l_p Länge Primärteil in mm

Abb. 12-17: Berechnung P-0-0523, Kommutierungseinstellung-Messwert



Bei der Ermittlung von P-0-0523, Kommutierungseinstellung-Messwert ist auf das korrekte Vorzeichen zu achten. Wird P-0-0523 mit negativem Vorzeichen ermittelt, so ist dies beim Start der Einstellprozedur auch einzugeben.

Motorkonstante k_{mx} zur Kommutierungseinstellung

Primärteil	k_{mx} in mm	
	Montageart 1 - Abb. 12-15	Montageart 2 - Abb. 12-16
ML3P03-A...	9	21
ML3P03-B...	7	19
ML3P03-D...	6	18
ML3P03-F...	4,5	16,5
ML3P06-B...	7	19
ML3P06-C...	7	19
ML3P06-D...	6	18
ML3P06-E...	7	19
ML3P06-F...	4,5	16,5
ML3P06-H...	14	2
ML3P11-D...	6	18
ML3P11-E...	7	19
ML3P11-F...	4,5	16,5
ML3P11-H...	4	16
ML3P11-L...	15	3

Tab. 12-8: Motorkonstanten k_{mx} zur Kommutierungseinstellung

Berechnungsbeispiele **ML3P06-D... mit Montageart ①**

Maß "a" = 35 mm , k_{mx} = 6 mm

P-0-0523 = -a - k_{mx} = -35 mm - 6 mm = -41 mm

Maß "b" = 35 mm , l_p = 244 mm, k_{mx} = 6 mm

P-0-0523 = +b + l_p - k_{mx} = +35 mm + 244 mm - 6 mm = 273 mm

ML3P06-D... mit Montageart ②

Maß "a" = 35 mm , $k_{mx} = 18$ mm

P-0-0523 = -a - k_{mx} = -35 mm - 18 mm = -53 mm

Maß "b" = 35 mm , $l_p = 244$ mm, $k_{mx} = 18$ mm

P-0-0523 = +b + l_p - k_{mx} = +35 mm + 244 mm - 18 mm = 261 mm

Auslösung Kommando zur Kommutierungseinstellung**Voraussetzung:**

1. Der Antrieb muss sich während der folgenden Einstellprozedur im Zustand A0-13 (= Bereit zur Leistungszuschaltung) befinden.
2. Die Position des Primärteils bzw. des Schlittens darf sich seit Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil nicht mehr verändert haben.

Nachdem der ermittelte Wert P-0-0523 (Kommutierungseinstellung-Messwert) eingetragen wurde, muss das Kommando P-0-0524 (D300 Kommando Kommutierungseinstellung) gestartet werden. Dabei wird der Kommutierungsoffset berechnet.



Befindet sich der Antrieb bei Kommandostart in "AB" (Antrieb-Betriebsbereit), wird der Kommutierungsoffset mit dem ausgewählten Verfahren (Sättigungs- oder Sinusverfahren) für die automatische Kommutierung ermittelt.

Das Kommando ist anschließend wieder zu löschen.

12.7 Regelkreiseinstellung und -optimierung

12.7.1 Allgemeiner Ablauf

Die Regelkreiseinstellungen in einem digitalen Antriebsregelgerät haben eine wesentliche Bedeutung für die Eigenschaften der Servoachse und erfordern entsprechende Sachkenntnis. Die Regelkreisstruktur besteht aus einem kaskadierten Lage-, Geschwindigkeits- und Stromregler. Welche Regler aktiv sind, wird durch die entsprechende Betriebsart bestimmt.

Die Vorgehensweise bei der Regelkreisoptimierung (Strom-, Geschwindigkeits- und Lageregler) von linearen Direktantrieben entspricht der bei rotativen Servoantrieben. Lediglich die Einstellgrenzen sind bei Linearantrieben höher.

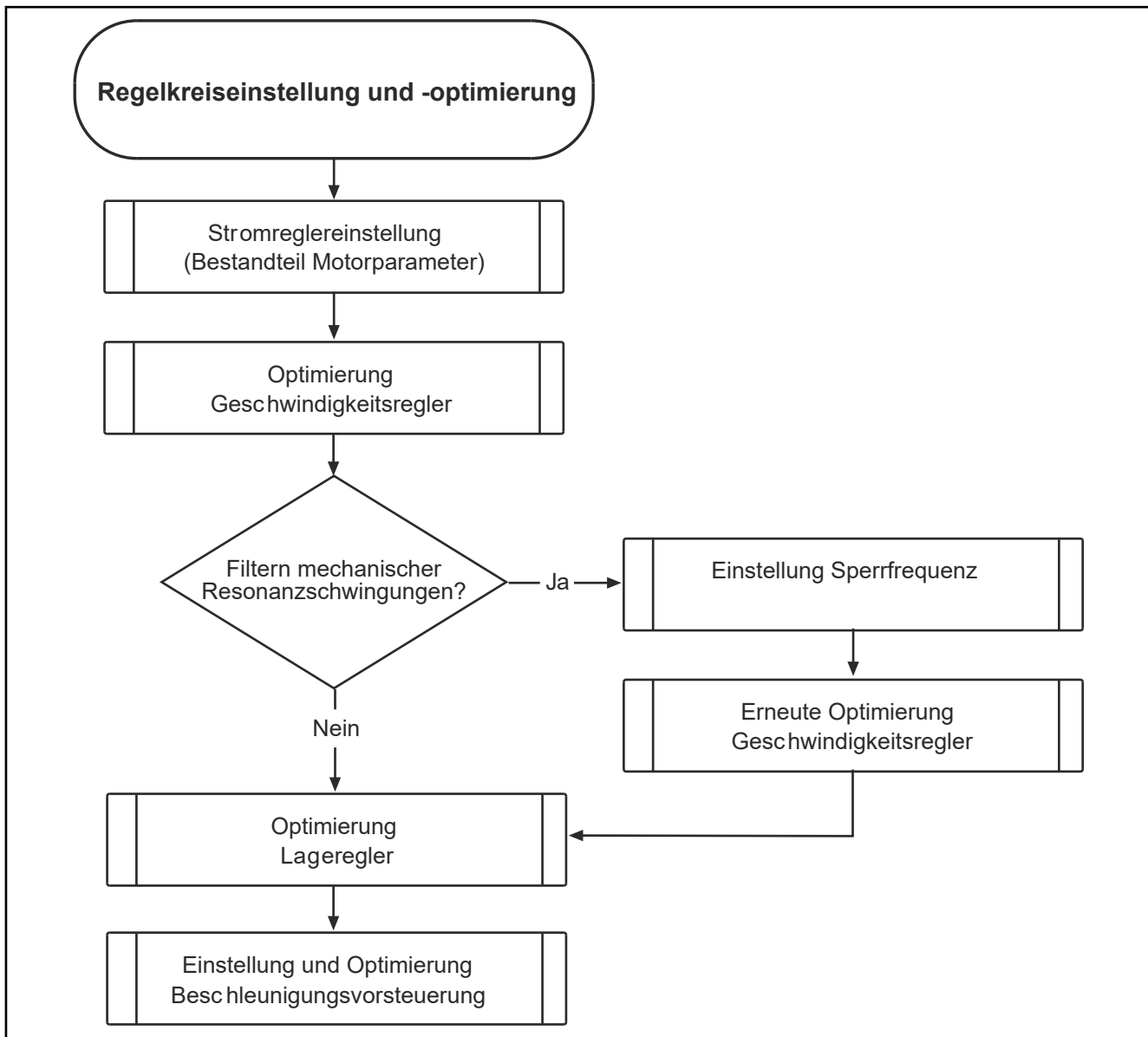


Abb. 12-18: Regelkreiseinstellung und -optimierung bei Synchron-Linearantrieben



Für weiterführende und detailliertere Informationen beachten Sie

- Rexroth IndraDrive MPx-16 bis MPx-xx Parameterbeschreibung, MNR R911328650
- Rexroth IndraDrive MPx-21 Anwendungsbeschreibung, MNR R911385759

Automatische Regelkreiseinstellung

Rexroth Antriebsregelgeräte sind in der Lage eine automatische Regelkreiseinstellung durchzuführen.

Filtern mechanischer Resonanzschwingungen

Digitale Antriebe von Rexroth sind in der Lage, Schwingungen die sich aufgrund des Antriebsstranges zwischen Motor und Achsmechanik einstellen, schmalbandig zu unterdrücken. Hierdurch ist gesteigerte Antriebsdynamik bei guter Stabilität erreichbar.

Das mechanische System des durch den Linearantrieb bewegten Schlittens wird durch Lage- bzw. Geschwindigkeitsrückführung im geschlossenen Regelkreis zu mechanischen Schwingungen angeregt. Dieses als "Zwei-Massen-Schwinger" bezeichnete Verhalten liegt meist im Frequenzbereich von 400-800 Hz, abhängig von der Steifigkeit der Mechanik und der räumlichen Ausdehnung des Systems.

Dieses "Zwei-Massen-Schwinger" hat meist eine deutliche Resonanzfrequenz, die durch ein im Antrieb eingebautes Sperrfilter selektiv unterdrückt werden kann.

Bei Unterdrückung der mechanischen Resonanzfrequenz lässt sich die Dynamik des Geschwindigkeitsregelkreises als auch des Lageregelkreises gegenüber der Regelung ohne das Sperrfilter unter Umständen verbessern.

Dies führt zu höherer Konturtreue und kleineren Zykluszeiten für Positionierungsvorgänge bei ausreichendem Abstand zur Stabilitätsgrenze.

Der Filter kann in Sperrfrequenz und Bandbreite eingestellt werden. Die Sperrfrequenz wird am stärksten gedämpft, die Bandbreite legt den Frequenzbereich fest, bei dem die Dämpfung kleiner -3 dB ist. Größere Bandbreite führt zu geringerer Dämpfung der Sperrfrequenz!

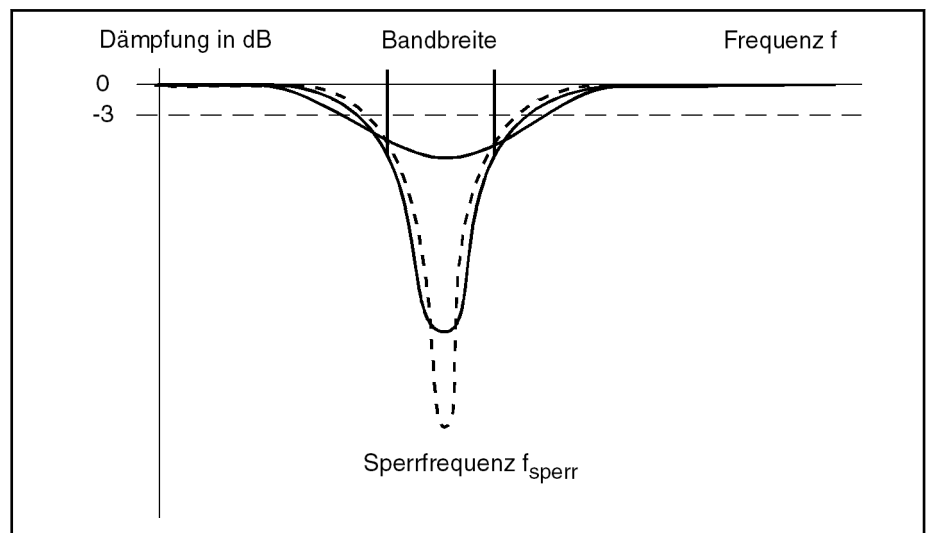


Abb. 12-19: Amplitudengang Sperrfilter in Abhängigkeit der Bandbreite, qualitativ

12.7.2 Parametrierung und Optimierung von Gantry-Achsen

Allgemeines

Voraussetzung:

- Die Parametrierung der Achsen ist gleich ausgeführt
- Parallelität der Führungen der Gantry-Achsen
- Parallelität der Längenmesssysteme
- Die Achsen sind in der Steuerung als einzelne Achsen angemeldet



Zur Kompensation der Fluchtungsfehler zwischen zwei Längenmesssystemen oder der Mechanik können antriebsinterne Achsfehlerkorrekturverfahren verwendet werden. Das Funktionsprinzip und die Parametrierung ist der entsprechenden Funktionsbeschreibung des Antriebregelgerätes zu entnehmen.

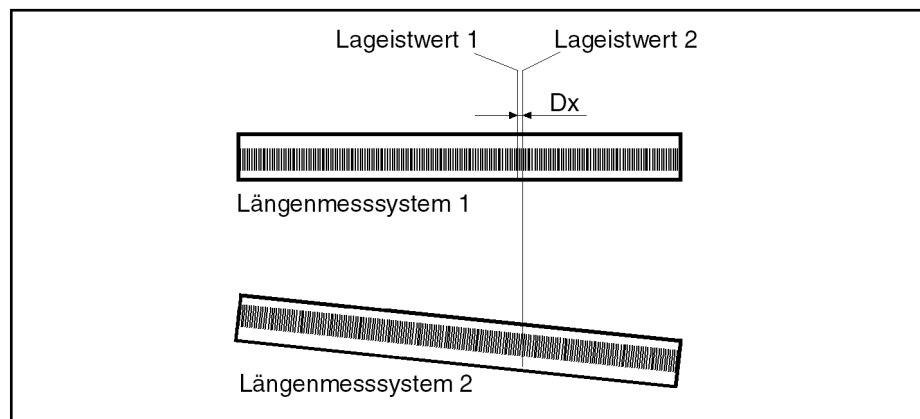


Abb. 12-20: Möglicher Fluchtungsfehler bei Längenmesssystemen einer Gantry-Achse

Parametrierung

Beim Betrieb von Gantry-Achsen ist darauf zu achten, dass diese bezüglich folgender Parameter identisch parametrierung sind:

- Motorparameter
- Polaritätenparameter für Kraft, Geschwindigkeit und Lage
- Regelkreisparameter

Es gilt:

$$k_{v1} = k_{v2}$$

$$k_{p1} = k_{p2}$$

k_v

Lageregler kv-faktor S-0-0104

k_p

Geschwindigkeitsregler-Proportionalverstärkung S-0-0100

Abb. 12-21:

Proportionalverstärkungen in Lage- und Geschwindigkeitsregelkreis beider Achsen

Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit (I-Anteil)

Bei der Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit (I-Anteil) sind folgende Möglichkeiten zu beachten:

	Möglichkeit 1	Möglichkeit 2	Möglichkeit 3	Möglichkeit 4
Ausrichtung der Längenmesssysteme und Führungen	ideal	nicht ideal	nicht ideal	nicht ideal
I-Anteil	in beiden Achsen	in beiden Achsen	nur in einer Achse	in keiner Achse
Verhalten der Achsen	Eine Verspannung der Mechanik wird nicht erfolgen, da beide Motoren dem Lagesollwert ideal folgen	Beide Achsen arbeiten soweit gegeneinander bis über die mechanische Kopplung ein Ausgleich erfolgt ist oder der Maximalstrom eines oder beider Antriebsregelgeräte erreicht ist und somit keine Regelwirkung mehr erzielt werden kann	Die Achse ohne I-Anteil lässt einen stetigen Lageversatz zu. Die Größe des Lageversatzes hängt von der Steifigkeit der mechanischen Kopplung beider Achsen sowie von den Proportionalverstärkungen im Lage- und Geschwindigkeitsregelkreis ab	Beide Achsen lassen einen stetigen Lageversatz zu. Die Größe des Lageversatzes hängt von den Proportionalverstärkungen im Lage- und Geschwindigkeitsregelkreis ab

Tab. 12-9: Parametrierung der Geschwindigkeitsregler-Nachstellzeit S-0-0101 bei Gantry-Achsen

Optimierung

Bei der Optimierung von Geschwindigkeits- und Lageregelkreis ist die zuvor beschriebene Vorgehensweise einzuhalten.



Parameteränderungen während der Optimierung von Gantry-Achsen sind unbedingt in beiden Achsen gleichzeitig vorzunehmen. Ist dies nicht möglich, sollte die Parameteränderung während einer Optimierung in beiden Achsen in kleineren Schritten nacheinander durchgeführt werden.

12.7.3 Abschätzung der bewegten Masse anhand einer Geschwindigkeitsrampe

Häufig ist die bewegte Masse eines Maschinenschlittens nicht genau bekannt. Dies wird unter Umständen durch im Nachhinein angebrachte Aufbauten, bewegte Teile usw. erschwert.

Das nachfolgend erläuterte Verfahren erlaubt eine Abschätzung der bewegten Achsmasse anhand Aufzeichnung einer Geschwindigkeitsrampe. Damit ist z. B. eine Einschätzung des Beschleunigungsvermögens der Achse möglich.

Vorbereitung

Voraussetzung für das Verfahren ist die oszillografische Darstellung folgender Parameter:

- S-0-0040, Geschwindigkeits-Istwert
- S-0-0080, Drehmoment/Kraft-Sollwert

Es kann hierzu ein Oszilloskop oder die Oszilloskop-Funktion des Antriebs in Verbindung mit IndraWorks oder NC genutzt werden.

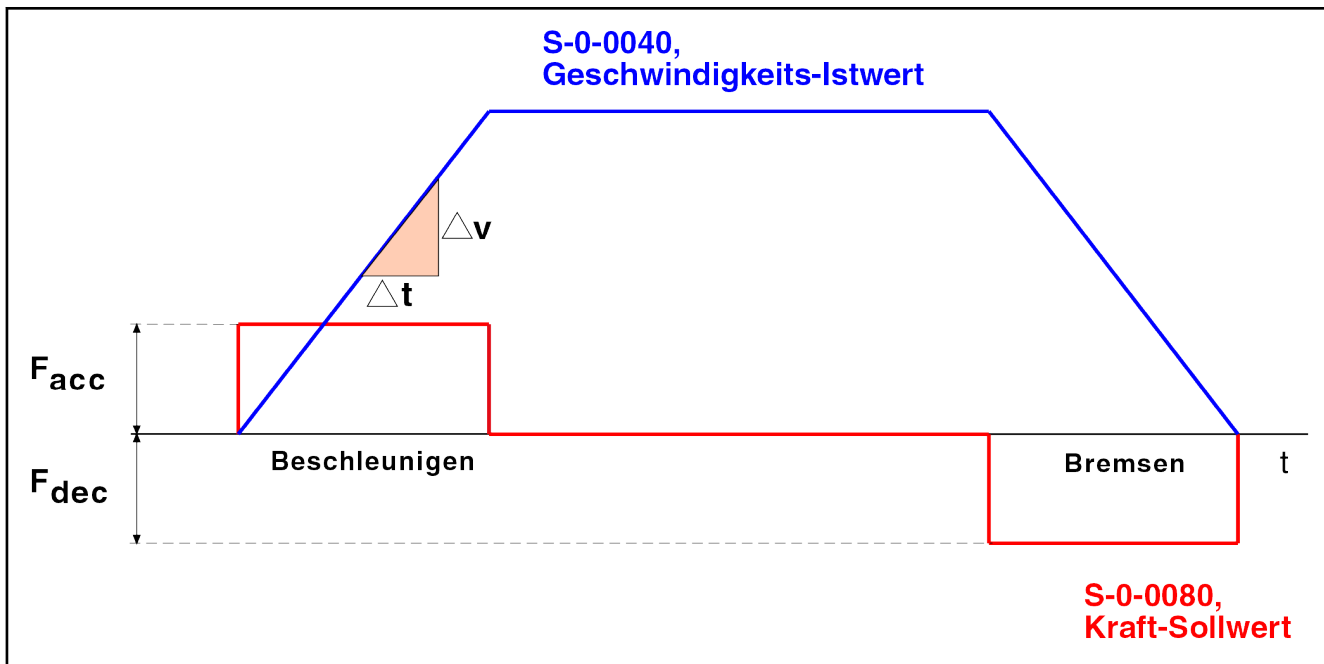


Abb. 12-22: Oszillogramm von Geschwindigkeit und Kraft

$$m = 30 \times F_N \times \left(\frac{F_{ACC} + F_{DEC}}{100\%} \right) \times \frac{\Delta t}{\Delta v}$$

m	Bewegte Achsmasse in kg
F_N	Dauernennkraft des Motors in N
F_{ACC}	Kraftsollwert während Beschleunigung in %
F_{DEC}	Kraftsollwert während Bremsen in %
Δv	Geschwindigkeitsänderung während konst. Beschleunigung in m/min
Δt	Zeitänderung während konst. Beschleunigung in s

Abb. 12-23: Bestimmung der bewegten Achsmasse anhand Aufzeichnung einer Geschwindigkeitsrampe

Voraussetzung:

1. Korrekte Parametrierung des Motordauerstromes (Basis für Darstellung S-0-0080)
2. Reibkraft nicht richtungsabhängig
3. Aufnahme von Δv und Δt bei konstanter Beschleunigung
4. Die Messung mit einer Motorkraft zwischen F_N und F_{max} durchführen



Das Verfahren ist bei vertikalen Achsen aufgrund eventueller richtungsabhängiger Kraftänderungen nicht oder nur bedingt einsetzbar.

12.8 Wartung und Überprüfung der Motorkomponenten

12.8.1 Allgemeines

Eine Wartung der Motorkomponenten von ML3 - Motoren ist nicht notwendig. Während des Betriebes können allerdings - durch Einwirkung äußerer Einflüsse - Beschädigungen der Motorkomponenten auftreten. Innerhalb von Serviceintervallen der Maschine bzw. Anlage sollte eine vorbeugende Überprüfung der Linearmotorkomponenten erfolgen.

12.8.2 Überprüfung der Motor- und Zusatzkomponenten

Bei der vorbeugenden Überprüfung der Motor- und Zusatzkomponenten sollten folgende Punkte geprüft und ggf. Instand gesetzt werden:

- Auffällige Geräusche im Betrieb
- Schleifspuren an Primär- und / oder Sekundärteil
- Schmutz (z. B. Späne, Schleifstaub, Fett durch Führungen etc.) im Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil
- Zustand Leistungs- und Geberkabel in Energiekette
- Zustand Längenmesssystem (z. B. Verschmutzung)
- Zustand Führungssystem (z. B. Verschleiß Linearführungen)

12.8.3 Elektrische Überprüfung der Motorkomponenten

Deutet sich der elektrische Defekt eines Primärteils an, kann dies durch Messung elektrischer Kennwerte überprüft werden. Hierbei sind folgende Größen relevant:

- Widerstand zwischen Motoranschlussadern 1-2, 2-3 und 1-3
- Induktivität zwischen Motoranschlussadern 1-2, 2-3 und 1-3
- Isolationswiderstand zwischen Motoranschlussadern und Masse

Widerstand und Induktivität

Die gemessenen Werte für Widerstand und Induktivität können mit den Angaben in Kapitel Technische Daten verglichen werden. Die Werte für Widerstand und Induktivität zwischen den unterschiedlichen Anschlussadern 1-2, 2-3 und 1-3 sollten innerhalb einer Toleranz von $\pm 5\%$ gleich sein. Weicht ein oder mehrere Werte hiervon gravierend ab, kann ein Phasen-, Windungs- oder Masseschluss vorliegen und das Primärteil muss ausgetauscht werden.

Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand, gemessen zwischen den Motoranschlussadern und Masse, sollte mindestens 1 M Ω (MegaOhm) betragen. Bei Unterschreitung dieses Wertes wird ein Tausch des Primärteils empfohlen.



Im Zweifelsfall ist bei der elektrischen Überprüfung der Bosch Rexroth Kundendienst zu Rate zu ziehen.

12.9 Betrieb an Fremdregelgeräten

Spannungsteilheit Die elektrische Isolierung des Motors unterliegt im Umrichterbetrieb einer höheren dielektrischen Beanspruchung als an einer rein sinusförmigen Quellenspannung. Die Spannungsbeanspruchung der Wicklungsisolierung im Umrichterbetrieb wird im wesentlichen durch folgende Faktoren bestimmt:

- Scheitelwert der Spannung
- Anstiegszeit der Impulse an den Motorklemmen
- Schaltfrequenz der Umrichterendstufe
- Länge des Leistungskabels zum Motor

Wesentlicher Bestandteil sind die Schaltzeiten der Umrichterendstufe und die Länge der Leistungskabel zum Motor. Die am Motor auftretende Spannungsteilheit darf die in **DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25):2009-08 (Bild 14, Grenzkurve A)** angegebenen Grenzen der Impulsspannung, gemessen an den Motorklemmen von zwei Strängen, in Abhängigkeit der Anstiegszeit nicht überschreiten.



Endstufen von IndraDrive-Umrichtern halten diese Grenzen ein.

12.10 Umweltschutz und Entsorgung

12.10.1 Umweltschutz

Herstellungsverfahren Die Herstellung der Produkte erfolgt mit Produktionsverfahren, die energie- und rohstoffoptimiert sind und zugleich eine Wiederverwendung und Verwertung der anfallenden Abfälle ermöglichen. Schadstoffbelastete Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe versuchen wir regelmäßig durch umweltverträglichere Alternativen zu ersetzen.

Keine Freisetzung von gefährlichen Stoffen Unsere Produkte enthalten keine Gefahrstoffe, die sie bei bestimmungsgemäßem Gebrauch freisetzen können. Im Normalfall sind daher keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu befürchten.

Wesentliche Bestandteile Im Wesentlichen enthalten unsere Produkte folgende Bestandteile:

Elektronikgeräte

- Stahl
- Aluminium
- Kupfer
- Kunststoffe
- Elektronikbauteile und -baugruppen

Motoren

- Stahl / Edelstahl
- Aluminium
- Kupfer
- Messing
- Magnetische Werkstoffe
- Elektronikbauteile und -baugruppen

12.10.2 Entsorgung

Rücknahme Die von uns hergestellten Produkte können zur Entsorgung kostenlos an uns zurückgegeben werden. Voraussetzung ist allerdings, dass keinerlei störende Anhaftungen wie Öle, Fette oder sonstige Verunreinigungen enthalten sind.

Weiterhin dürfen bei der Rücksendung keine unangemessenen Fremdstoffe oder Fremdkomponenten enthalten sein.

Die Produkte sind frei Haus an folgende Adresse zu liefern:

Bosch Rexroth AG
Electric Drives and Controls
Bürgermeister-Dr.-Nebel-Straße 2
D-97816 Lohr am Main

Verpackung	Die Verpackungsmaterialien bestehen aus Pappe, Holz und Styropor. Sie können überall problemlos verwertet werden. Aus ökologischen Gründen sollte auf den Rücktransport verzichtet werden.
Batterien und Akkumulatoren	Batterien und Akkumulatoren können mit diesem Symbol gekennzeichnet sein.  Das Symbol der durchgestrichenen Abfalltonne auf Rädern bedeutet, dass Batterien getrennt zu sammeln sind. Der Endnutzer ist zur Rückgabe gebrauchter Batterien und Akkumulatoren innerhalb der EU gesetzlich verpflichtet. Außerhalb der Gültigkeit der EU-Richtlinie 2006/66/EG sind die jeweiligen Bestimmungen zu beachten. Batterien und Akkumulatoren können Schadstoffe enthalten, die bei nicht sachgemäßer Lagerung oder Entsorgung die Umwelt oder die menschliche Gesundheit schädigen können. Die in Rexroth-Produkten enthaltenen Batterien oder Akkumulatoren sind nach Gebrauch den länderspezifischen Rücknahmesystemen zur ordnungsgemäßen Entsorgung zuzuführen.
Recycling	Durch den hohen Metallanteil können die Produkte überwiegend stofflich wiederverwertet werden. Um eine optimale Metallerückgewinnung zu erreichen, ist eine Demontage in einzelne Baugruppen erforderlich. Metalle, die in den elektrischen und elektronischen Baugruppen enthalten sind, können mittels spezieller Trennverfahren ebenfalls zurückgewonnen werden. Kunststoffteile der Produkte können Flammschutzmittel enthalten. Diese Kunststoffteile sind entsprechend EN ISO 1043 gekennzeichnet und sind nach den jeweils gültigen gesetzlichen Bestimmungen gegebenenfalls getrennt zu verwerten oder zu entsorgen.

13 Service und Support

Für Ihre schnelle und optimale Unterstützung verfügen wir über ein dichtes weltweites Servicenetz. Unsere Experten stehen Ihnen mit Rat und Tat zur Seite. Sie erreichen uns täglich **rund um die Uhr – auch an Wochenenden und Feiertagen**.

Service Deutschland Unser technologieorientiertes Competence Center in Lohr deckt alle Belange rund um den Service für elektrische Antriebe und Steuerungen ab.

Sie erreichen unsere **Service-Hotline** und unseren **Service-Helpdesk** unter:

Telefon: **+49 9352 40 5060**
Fax: **+49 9352 18 4941**
E-Mail: service.svc@boschrexroth.de
Internet: <http://www.boschrexroth.com>

Auf unseren Internetseiten finden Sie ergänzende Hinweise zu Service, Reparatur (z. B. Anlieferadressen) und Training.

Service weltweit Außerhalb Deutschlands nehmen Sie bitte zuerst Kontakt mit Ihrem Ansprechpartner auf. Die Hotline-Rufnummern entnehmen Sie bitte den Vertriebsadressen im Internet.

Vorbereitung der Informationen Wir können Ihnen schnell und effizient helfen, wenn Sie folgende Informationen bereithalten:

- Eine detaillierte Beschreibung der Störung und der Umstände
- Angaben auf dem Typenschild der betreffenden Produkte, insbesondere Typenschlüssel und Seriennummern
- Ihre Kontaktdaten (Telefon-, Faxnummer und E-Mail-Adresse)

Index

A

Abdeckblech am Sekundärteil.....	73, 123
Abkühlung.....	102
Abschalttemperatur.....	24
Achsabdecksysteme.....	123
Abdeckblech am Sekundärteil.....	73, 123
Faltenabdeckungen.....	123
Rolloabdeckungen.....	123
Teleskopabdeckungen.....	123
Achsaufbau.....	93
Adapterbox SHL03.1.....	73, 90
Adernkennzeichnung	
Leistung.....	78
Temperatur.....	78
Akkumulatoren.....	181
aktive Breite.....	94
Anbauarten.....	130, 131
Anbauart A.....	131
Anbauart B.....	131
Anbauart C.....	131
Anbauart D.....	131
Ankopplung des Motors.....	107
Anordnung Motorkomponenten	
Doppelkammanordnung.....	111, 117
Einzelanordnung.....	109
Gantry-Anordnung.....	116
Mehrere Motoren pro Achse.....	109
Parallelschaltung.....	110, 111
Primärteile hintereinander.....	117
Sekundärteile.....	118
Anschluss.....	153
Halleinheit analog.....	91
Halleinheit digital.....	90
Längenmesssystem.....	91
Anschlussbelegung	
Anschlusskabel Halleinheit.....	89
Anschlusskabel Längenmesssystem.....	92
Anschlusskabel.....	78
Eigenschaften.....	79
feste Verlegung.....	84, 88
Halleinheit.....	88
Kabelbruch.....	84, 88
Leistung.....	78
Temperatur.....	78
Anschlusskabel Halleinheit.....	88
Durchmesser.....	88
Länge.....	88
Querschnitt Steueradern.....	88
zulässiger Biegeradius.....	88
Antriebsregelgeräte.....	124
Antriebssystem.....	9
Anwendungsbereiche.....	1
Anziehungskraft.....	22
Anzugsreihenfolge.....	143
Aufstellhöhe.....	96

Auskraglängen.....	107
Auslieferungszustand.....	134
Ausrichtung.....	46

B

Batterien.....	181
Baugrößen.....	94
Baukastensystem.....	94
Baulängen.....	94, 95
Befestigungsbohrungen.....	46
Befestigungsschrauben	
Primärteil.....	142
Sekundärteil.....	144
Bemessung und Betriebsverhalten.....	7
Bemessungsstrom	
Begrenzung.....	132
Berührung elektrisch aktiver Teile.....	93
Beschleunigung.....	3
Beschleunigungskräfte.....	107
Beschleunigungsvermögen.....	107
Betrieb an Fremdregelgeräten.....	180
bewegte Massen.....	107
Bewegte Massen.....	155
Bremseinrichtungen.....	122
Bremskräfte.....	107

C

CSA-File Nummer.....	24, 97
----------------------	--------

D

Dauervorschubkraft.....	100
Doppelkammanordnung.....	111

E

Eigenfrequenzen.....	107
Einbauhöhe.....	140
Einbaumaße.....	45, 46, 139
Einbaumaße / Toleranzen.....	46
Elektrischer Anschluss.....	80
Halleinheit.....	88
Primärteil.....	80
Verlegung Kabel.....	83
Elektrisches Antriebssystem.....	9
Endlagendämpfer.....	123
Endübertemperatur.....	101
Enthaltene Stoffe	
siehe "Wesentliche Bestandteile".....	180
Entsorgung.....	180
Erdung.....	84
Erstinbetriebnahme.....	71
Erwärmung.....	101
ESD.....	89
ESD-Schutz.....	89

Index

F

Fachwerkbauweise.....	107
Fehlerfall.....	125
Feuchtigkeit.....	93
Firmware MPx-20 V18.....	156
Fremdkörper.....	93
FTS (Flexible Transport System).....	2
Funktionsprinzip.....	93

G

Gantry-Achsen	
Parametrierung und Optimierung.....	176
Gantry-Anordnung.....	71, 109
Geberpolarität.....	155
Gebrauchshinweise.....	7
Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	7
Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	8
Gefahrstoffe.....	180
Geräuschemission.....	100
geschultes Personal.....	139
Geschwindigkeiten.....	3
Geschwindigkeitsauflösung.....	128, 129
Gewichtsausgleich.....	118

H

Halleinheit.....	2, 71, 88
Adapterbox SHL03.1.....	73
analog.....	71
Bestellbezeichnungen.....	73
digital.....	72
Funktionsprinzip.....	71
Haltevorrichtungen.....	122
Handhabung.....	133
Helpdesk.....	183
Herstellungsverfahren.....	180
hohe Steifigkeit.....	107
Hotline.....	183

I

IATA 953.....	136
Identifikation der Motorkomponenten.....	133
Inbetriebnahme	
Ablauf.....	156
Antriebsbegrenzungen.....	159
Hilfsmittel.....	156
Massebestimmung.....	177
Motorparameter.....	158
Parameter Längenmesssystem.....	159
Parametrierung.....	158
Voraussetzungen.....	155
IndraSize.....	22, 129
IndraWorks.....	156
Installation	
Elektrischer Anschluss.....	153
Isolationswiderstand.....	179
Isoliersystem.....	180

K

kinematische Ketten.....	107
Kommutierung.....	71
Kommutierungseinstellung.....	155, 161
Hallsensorverfahren.....	163
Messverfahren.....	171
Sinusverfahren.....	163
Kommutierungsoffsetwinkel.....	71
Konfektionierung	
Halleinheit-Anschlusskabel.....	89
Korrosionsschutz.....	94
Kraft	
Reaktionskräfte.....	107
Krafterzeugung.....	93
Kraftkonstante.....	22
Kraftreduzierung.....	105
Kreuztisch.....	107
Kühlung.....	93
Verlustleistung.....	100

L

Lageauflösung.....	128, 129
Lageinformation.....	71
Lagerung.....	136
Lagerungstemperatur.....	24
Lagerzeiten.....	137
Längenmesssystem.....	91, 93, 108
Längenmesssysteme.....	118
Auswahlkriterien.....	119
Messsystemkabel.....	121
Leistungsaderquerschnitt.....	22
Leistungsübersicht.....	3
Lieferumfang.....	93
Linearführungen.....	93, 122
Luftfeuchte.....	96
Luftspalt.....	45, 73, 106, 108, 123, 140, 148
Lufttemperatur.....	96

M

Magnetfeld.....	71, 75, 98
Maschinenkonstruktion	
Anbindung Längenmesssystem.....	108
Anforderungen.....	107
Massenreduzierung.....	107
Mechanisch gekoppelte Achsen.....	107
Steifigkeit.....	107
Maßangaben.....	46
Maßblatt	
ML3P03-A.....	48
ML3P03-B/D/F.....	49
ML3P06-B.....	51
ML3P06-C/D/E/F.....	52
ML3P06-H.....	53
ML3P11 Baulänge D, E, F, H.....	55
ML3P11 Baulänge L.....	56
ML3S03.....	50
ML3S06 Baulänge.....	54

ML3S11.....	57	Prozesskräfte.....	107
Maßblätter.....	45	Prüfungen der Motorkomponenten	
Masse Kabel pro Meter.....	23	kundenseitig.....	179
Masse Primärteil.....	23	werkseitig.....	134
Masse Sekundärteil.....	23		
Maximalgeschwindigkeit.....	22	R	
Maximalkraft.....	22	Recycling.....	181
Maximalkraft bei Stillstand.....	22	Referenzmarkierung am Sekundärteil.....	146
Maximalstrom.....	22	Regelbandbreite.....	107
Maximalstrom bei Stillstand.....	22	Regelgerät.....	71
mechanische Bremseinrichtung.....	126	Regelgüte.....	107
mechanischen Krafteinwirkung.....	108	Regelkreiseinstellung und -optimierung.....	174
ML3 - Motor Linear 3rd Generation.....	2	Regloptimierung.....	155
ML3P -Motor Linear 3rd Generation Primary		Reibung.....	108
part.....	2	Resonanzfrequenz.....	175
ML3S - Motor Linear 3rd Generation Secon-		Resonanzfrequenzen.....	107
dary part.....	2	Riefenbildung.....	108
Montage		Rücknahme.....	180
Primärteile.....	142		
Sekundärteile.....	144	S	
Motorausfall.....	108	Schleifspuren.....	108
Motorausführungen		Schraubensicherung.....	139
Primärteil.....	93	Schutz des Motoreinbauraumes.....	108
Sekundärteil.....	94	Schutzart	7, 24, 97, 108
Motoreinbauraum.....	108	Schutzkleinspannung.....	13
Motorkennlinie		Schutzleiter.....	84
Grenzkennlinie.....	19	Schutzrechte Dritter.....	45
Motorparameter.....	158	Schwingungen.....	107
Motortemperaturüberwachung.....	102	Schwingungsanregungen.....	107
		Sekundärteil.....	2
N		Service-Hotline.....	183
natürliche Konvektion.....	93, 130	SHL03.1.....	90
Netzausfall.....	127	Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe	
Normen.....	6	und Steuerungen.....	9
NOT-AUS.....	125	Spannungskonstante.....	22
		Steuerungssysteme.....	124
O		Stillsetzen.....	125
Optionen.....	71	Stillstandsbetrieb.....	132
		Stillstandsdauerkraft.....	22
P		Stillstandsdauerstrom.....	22
Parallelanordnung.....	158	Stoßdämpfer.....	123
Parallelität.....	45, 46, 139	Stromwärmeverluste.....	100
Parallelschaltung.....	109	Support.....	183
Parameter.....	155	Symmetrie.....	45, 46, 139
Passstifte			
Primärteil.....	142	T	
Sekundärteil.....	145	Technische Daten	
PELV.....	13	Allgemeine Daten.....	24
Phasenlage.....	71	Baugröße 03.....	25
Polarität des Längenmesssystems.....	160	Baugröße 06.....	31
Polpaar.....	71	Baugröße 11.....	39
Polpaarweite.....	71	Temperaturüberwachung	
Polweite.....	22	Abschalttemperatur.....	103
Portalbauweise.....	107	Temperatursensor KTY83-122.....	103
Positioniergenauigkeit.....	128, 129	Temperatursensor PTC110-EK.....	103
Positionsauflösung.....	128	Vorwarntemperatur.....	103
Primärteil.....	2, 93	Thermische Anbindung.....	130

Index

thermische Ankopplung.....	93
Thermische Klasse.....	24
Thermische Zeitkonstante.....	23, 100, 132
Toleranzen.....	22, 46
Ebenheit.....	141
Luftspalt.....	141
Parallelität.....	141
Toleranzen / Einbaumaße.....	46
Transport.....	135
Transport- und Montageschutz.....	146
Transporttemperatur.....	24
Typenschilder.....	133
Typenschlüssel	
ML3P03.....	64
ML3P06.....	66
ML3P11.....	68
ML3S03.....	65
ML3S06.....	67
ML3S11.....	69
Primärteil ML3P.....	62
Sekundärteil ML3S.....	63
Typkennzeichnung ML3P.....	133

U

Überhitzung des Motors.....	132
Umgebungsbedingungen.....	96
Umgebungstemperatur.....	24
Umweltbedingungen.....	96, 108
Umweltschutz.....	180

V

Verfahrweg.....	45
Verfahrweglängen.....	93
Verformung des Maschinengrundkörpers.....	108
Verguss.....	93
Verlustleistung.....	100, 132
Verlustwärme	
Auslastungsgrad.....	130
Verlustwärmeabfuhr.....	130
Verpackung.....	134, 181
Versorgungsmodule.....	124
vertikale Achsen.....	71
Vertikale Achsen.....	118
Vorschubkraft.....	94
Einsetzen der Kraftreduzierung.....	105
reduzierte Überdeckung.....	104
Vorschubkräfte.....	3, 109

W

Warnhinweise.....	134
Warntemperatur.....	24
Wesentliche Bestandteile.....	180
Wicklungsinduktivität.....	22
Wicklungstemperatur.....	100, 102
Wicklungswiderstand.....	22

Z

Zertifizierungen.....	97
CE.....	97
China RoHS 2.....	98
CSA.....	97
RoHS.....	98
Zubehör.....	71
Zugentlastung.....	84
Zusatzkomponenten.....	6
Zwischenkreiskapazität.....	127
Zwischenkreiskurzschluss.....	128

Notizen

Bosch Rexroth AG

Postfach 13 57

97803 Lohr a.Main, Deutschland

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2

97816 Lohr a.Main, Deutschland

Tel. +49 9352 18 0

Fax +49 9352 18 8400

www.boschrexroth.com/electrics



R911389761