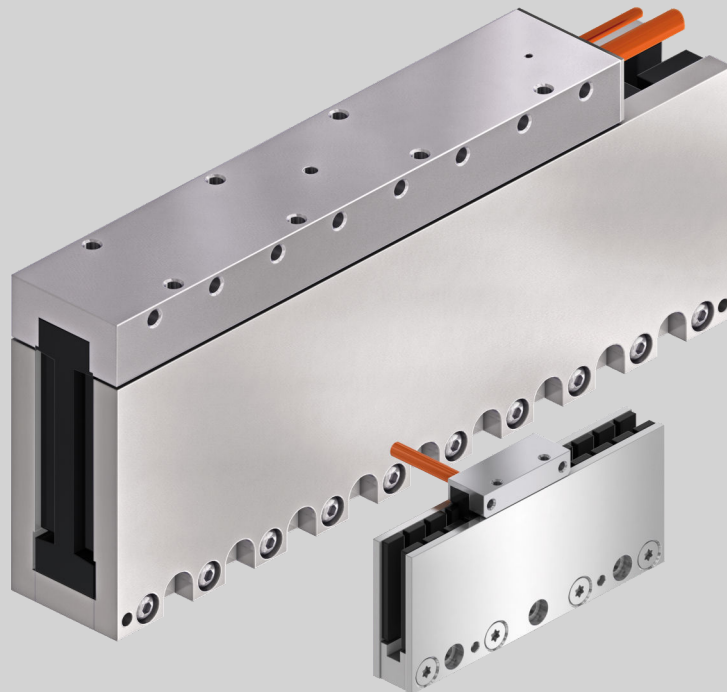


MCL

Eisenlose Linearmotoren

Projektierung
R911330591

Ausgabe 06



Titel	MCL Eisenlose Linearmotoren
Art der Dokumentation	Projektierung
Dokumentations-Type	DOK-MOTOR*-MCL*****-PR06-DE-P
Interner Ablagevermerk	RS-82551fe8ab5f14650a6846a001697ff3-9-de-DE-9
Änderungsverlauf	Ausgabe 06, 2020-06 Siehe Tab. 1-1 "Änderungsverlauf" auf Seite 4.
Schutzvermerk	© Bosch Rexroth AG 2020 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.
Hinweis	Diese Dokumentation ist auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Produktvorstellung.....	1
1.1 Anwendungsbereiche.....	1
1.2 Grundmerkmale.....	2
1.3 Aufbau.....	2
1.4 Vergleich eisenloser mit eisenbehafteten Linearmotoren.....	3
1.5 Leistungsspektrum der Motoren.....	4
1.6 Über diese Dokumentation.....	4
1.6.1 Ausgaben dieser Dokumentation.....	4
1.6.2 Dokumentstruktur.....	5
1.6.3 Darstellung von Informationen.....	5
1.6.4 Weiterführende Dokumentation.....	6
1.6.5 Normen.....	7
1.6.6 Zusatzkomponenten.....	7
1.6.7 Ihr Feedback.....	7
2 Wichtige Gebrauchshinweise.....	9
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	9
2.1.1 Einführung.....	9
2.1.2 Einsatz- und Anwendungsbereiche.....	9
2.2 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch.....	10
3 Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen.....	11
3.1 Begriffsdefinitionen.....	11
3.2 Grundsätzliche Hinweise.....	12
3.2.1 Benutzung und Weitergabe der Sicherheitshinweise.....	12
3.2.2 Voraussetzungen für den sicheren Gebrauch.....	12
3.2.3 Gefahren durch falschen Gebrauch.....	14
3.3 Gefahrenbezogene Hinweise.....	14
3.3.1 Schutz gegen Berühren elektrischer Teile und von Gehäusen.....	14
3.3.2 Schutzkleinspannung als Schutz gegen elektrischen Schlag	16
3.3.3 Schutz vor gefährlichen Bewegungen.....	16
3.3.4 Schutz vor elektromagnetischen und magnetischen Feldern bei Betrieb und Montage.....	18
3.3.5 Schutz gegen Berühren heißer Teile.....	18
3.3.6 Schutz bei Handhabung und Montage.....	19
3.3.7 Schutz beim Umgang mit Batterien.....	19
3.3.8 Schutz vor unter Druck stehenden Leitungen.....	20
3.4 Erläuterung der Signalwörter und der Signalgrafik.....	21
4 Technische Daten.....	23
4.1 Erläuterungen zu den technischen Daten.....	23
4.1.1 Einleitung.....	23
4.1.2 Betriebsverhalten.....	23
4.1.3 Beschreibung der angegebenen Größen.....	27

Inhaltsverzeichnis

	Seite
4.2	IndraSize..... 28
4.3	Allgemeine technische Daten..... 29
4.4	Baugröße 015..... 30
4.4.1	Datenblatt MCP015..... 30
4.4.2	Datenblatt MCS015..... 30
4.4.3	Motorkennlinien Baugröße 015..... 31
4.5	Baugröße 020..... 32
4.5.1	Datenblatt MCP020..... 32
4.5.2	Datenblatt MCS020..... 32
4.5.3	Motorkennlinien Baugröße 020..... 33
4.6	Baugröße 030..... 35
4.6.1	Datenblatt MCP030..... 35
4.6.2	Datenblatt MCS030..... 35
4.6.3	Motorkennlinien Baugröße 030..... 36
4.7	Baugröße 040..... 38
4.7.1	Datenblatt MCP040..... 38
4.7.2	Datenblatt MCS040..... 39
4.7.3	Motorkennlinien Baugröße 040..... 39
4.8	Baugröße 070..... 42
4.8.1	Datenblatt MCP070..... 42
4.8.2	Datenblatt MCS070..... 43
4.8.3	Motorkennlinien Baugröße 070..... 43
5	Maßblätter..... 47
5.1	Maßangaben..... 47
5.1.1	Luftspalt und Einbauhöhe..... 47
5.1.2	Einbaumaße MCL015..... 48
5.1.3	Einbaumaße MCL020 ... 070..... 49
5.1.4	Parallelität und Symmetrie von Maschinenteilen..... 50
5.2	Maßblätter MCL015..... 52
5.3	Maßblätter MCL020..... 54
5.4	Maßblätter MCL030..... 56
5.5	Maßblätter MCL040..... 58
5.6	Maßblätter MCL070..... 60
6	Produktidentifikation..... 63
6.1	Typenschlüssel 63
6.1.1	Allgemeines..... 63
6.1.2	Typenschlüssel Primärteil MCP..... 63
6.1.3	Typenschlüssel Sekundärteil MCS..... 65
6.1.4	Baugröße 015..... 66
6.1.5	Typenschlüssel Baugröße 020..... 68
6.1.6	Typenschlüssel Baugröße 030..... 70
6.1.7	Typenschlüssel Baugröße 040..... 72
6.1.8	Typenschlüssel Baugröße 070..... 74

	Seite
6.2 Identifikation.....	76
6.2.1 Identifikation Primärteil MCP.....	76
6.2.2 Identifikation Sekundärteil MCS.....	77
6.2.3 Prüfzeichen.....	78
7 Zubehör und Optionen.....	79
7.1 Halleinheit.....	79
7.1.1 Allgemeines.....	79
7.1.2 Halleinheit Funktionsprinzip.....	79
7.1.3 Halleinheit Montage/Demontage.....	82
7.1.4 Bestellbezeichnung separate Halleinheit.....	83
7.2 Halleinheit-Adapterbox SHL03.1 für digitale Halleinheit.....	83
7.2.1 Allgemeines Funktionsprinzip.....	83
7.2.2 Bestellbezeichnung.....	83
8 Anschlusstechnik.....	85
8.1 Hinweise.....	85
8.2 Leistungsanschluss	85
8.2.1 Anschlusskabel am Primärteil.....	85
8.2.2 Konfektionierung des Anschlusskabels am Primärteil.....	87
8.2.3 Anschluss Leistung.....	88
8.2.4 Verlegung des Leistungsanschlusses.....	90
8.3 Sensorik.....	92
8.3.1 Anschluss Temperatursensor.....	92
8.3.2 Anschluss Halleinheit.....	92
8.3.3 Konfektionierung des Halleinheit-Anschlusskabels.....	94
8.3.4 Anschluss digitale Halleinheit.....	95
8.3.5 Anschluss analoge Halleinheit.....	96
8.4 Längenmesssystem.....	96
9 Applikations- und Konstruktionshinweise.....	99
9.1 Funktionsprinzip.....	99
9.2 Motorausführungen.....	99
9.2.1 Ausführung Primärteil.....	99
9.2.2 Ausführung Sekundärteil.....	100
9.2.3 Baugrößen und Baulängen.....	101
9.3 Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen.....	102
9.4 Umweltbedingungen im Betrieb.....	103
9.5 Schutzart.....	104
9.6 Abnahmen und Zulassungen.....	104
9.6.1 CE.....	104
9.6.2 EAC.....	104
9.6.3 RoHS.....	105
9.6.4 China RoHS 2.....	105
9.7 Magnetfelder.....	105

Inhaltsverzeichnis

	Seite
9.8	Geräuschemission..... 107
9.9	Thermisches Verhalten..... 107
9.10	Motortemperaturüberwachung..... 110
9.11	Vorschubkräfte bei reduzierter Überdeckung zwischen Primär- und Sekundärteil 111
9.12	Anforderungen an die Maschinenkonstruktion..... 113
9.12.1	Allgemeines..... 113
9.12.2	Massenreduzierung..... 113
9.12.3	Mechanische Steifigkeit..... 113
9.12.4	Schutz des Motoreinbauraumes..... 115
9.13	Anordnung der Motorkomponenten..... 115
9.13.1	Einzelanordnung..... 115
9.13.2	Mehrere Motoren pro Achse..... 116
9.13.3	Anordnung der Sekundärteile..... 122
9.13.4	Vertikale Achsen..... 122
9.14	Längenmesssysteme..... 123
9.14.1	Allgemeines..... 123
9.14.2	Auswahlkriterien Längenmesssystem 123
9.15	Linearführungssysteme..... 124
9.16	Bremssysteme und Haltevorrichtungen..... 125
9.17	Endlagendämpfer 126
9.18	Achsabdecksysteme..... 126
9.19	Steuern und Regeln der Motoren..... 126
9.19.1	Allgemeines..... 126
9.19.2	Antriebsregelgeräte..... 127
9.19.3	Steuerungssysteme..... 127
9.20	Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall 128
9.20.1	Allgemeines..... 128
9.20.2	Stillsetzen durch den Antrieb..... 128
9.20.3	Stillsetzen durch eine übergeordnete Steuerung..... 129
9.20.4	Stillsetzen über mechanische Bremseinrichtungen..... 129
9.20.5	Verhalten bei Netzausfall 130
9.20.6	Zwischenkreiskurzschluss..... 131
9.21	Lage- und Geschwindigkeitsauflösung..... 131
9.21.1	Antriebsinterne Positionsauflösung und Positioniergenauigkeit 131
9.21.2	Geschwindigkeitsauflösung..... 132
9.22	Thermische Anbindung - Anbauarten..... 132
9.23	Betrieb bei oder nahe Stillstand des Motors..... 135
10	Motor-Regelgeräte-Kombinationen..... 137
10.1	Allgemeines..... 137
10.2	Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit NYCe 4000..... 137
10.3	Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit IndraDrive Cs..... 138
11	Motordimensionierung..... 139
11.1	Allgemeine Vorgehensweise..... 139

	Seite
11.2 Grundlegende Formeln.....	140
11.2.1 Allgemeine Bewegungsgleichungen	140
11.2.2 Vorschubkräfte.....	141
11.2.3 Mittlere Geschwindigkeit.....	143
11.2.4 Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil.....	144
11.2.5 Dreieckförmiges Geschwindigkeitsprofil.....	148
11.2.6 Sinusförmiges Geschwindigkeitsprofil	149
11.3 Einschaltdauer und Vorschubkraft.....	152
11.3.1 Allgemeines.....	152
11.3.2 Ermittlung der Einschaltdauer.....	152
11.4 Bestimmung der Antriebsleistung.....	153
11.4.1 Allgemeines.....	153
11.4.2 Dauerleistung	153
11.4.3 Maximalleistung.....	154
11.4.4 Verlustleistung	155
11.5 Rückspeiseleistung	155
11.6 Wirkungsgrad.....	156
12 Handhabung, Transport und Lagerung.....	157
12.1 Auslieferungszustand und Verpackung.....	157
12.1.1 Primärteile.....	157
12.1.2 Sekundärteile.....	157
12.2 Prüfungen der Motorkomponenten.....	157
12.2.1 Werkseitige Prüfung der Motorkomponenten	157
12.3 Transport und Lagerung.....	158
12.3.1 Hinweise zum Transport.....	158
12.3.2 Hinweise zur Lagerung.....	159
13 Montage.....	161
13.1 Grundlegende Voraussetzungen.....	161
13.2 Anordnung der Motorkomponenten.....	161
13.3 Einbau der Motorkomponenten.....	163
13.4 Luftspalt, Parallelität und Symmetrie der Motorkomponenten.....	163
13.5 Befestigung Sekundärteil.....	164
13.6 Befestigung des Primärteils.....	166
13.7 Elektrischer Anschluss	168
14 Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung.....	169
14.1 Allgemeines.....	169
14.2 Grundlegende Voraussetzungen	169
14.2.1 Allgemeines.....	169
14.2.2 Überprüfung aller elektrischen und mechanischen Komponenten.....	170
14.2.3 Hilfsmittel.....	170
14.3 Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf.....	170
14.4 Parametrierung.....	172

	Seite
14.4.1 Allgemeines.....	172
14.4.2 Eingabe Motorparameter.....	172
14.4.3 Motorparameter bei Parallelanordnung.....	172
14.4.4 Eingabe Parameter Längenmesssystem.....	173
14.4.5 Eingabe Antriebsbegrenzungen und anwendungsabhängiger Parameter.....	174
14.5 Ermittlung der Polarität des Längenmesssystems.....	175
14.6 Kommutierungseinstellung.....	176
14.6.1 Allgemeines.....	176
14.6.2 Sinusverfahren.....	178
14.6.3 Hallsensorverfahren.....	178
14.6.4 Messverfahren: Messung des Bezugs zwischen Primär- und Sekundärteil.....	180
14.7 Regelkreiseinstellung und -optimierung.....	182
14.7.1 Allgemeiner Ablauf.....	182
14.7.2 Parametrierung und Optimierung von Gantry-Achsen.....	185
14.7.3 Abschätzung der bewegten Masse anhand einer Geschwindigkeitsrampe	186
14.8 Wartung und Überprüfung der Motorkomponenten.....	188
14.8.1 Allgemeines.....	188
14.8.2 Überprüfung der Motor- und Zusatzkomponenten	188
14.8.3 Elektrische Überprüfung der Motorkomponenten.....	188
14.9 Betrieb an Fremdregelgeräten.....	189
14.10 Umweltschutz und Entsorgung	189
14.10.1 Umweltschutz.....	189
14.10.2 Entsorgung.....	189
 15 Service und Support.....	 191
 Index.....	 193

1 Produktvorstellung

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.

Durch das Anwendungsspektrum der eisenlosen Linearmotoren können mittlere bis sehr kleine Massen hochdynamisch und hochpräzise bewegt und positioniert werden.

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

- Elektronik, Bestückungstechnik und Fertigungstechnik
- Halbleitertechnik (z. B. Wafer-Inspektion und Bonding)
- Medizintechnik (z. B. Transport von Pipetten)
- Solartechnik (z. B. zur Laser-Strukturierung)
- Präzisions- und Ultrapräzisionsbearbeitung

Aber auch in anderen Bereichen, wie z. B. der Werkzeugmaschinenindustrie, der Druckindustrie und ganz besonders im Bereich der Messtechnik, erlangen die Vorzüge dieser Technologie neue Bedeutung.

Die eisenlose Antriebstechnik bietet zudem viele wesentliche Vorteile eines eisenbehaftenden Motors, ohne störende Nebeneffekte wie Cogging (Rastkräfte) zu übernehmen, und stellt somit für viele Anwendungsfälle die optimale Alternative dar.

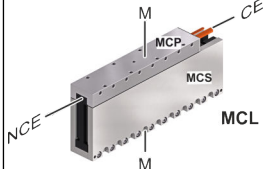
Wesentliche Vorteile eisenloser Linearmotoren sind:

- Höchste Dynamik
- Hervorragende Regel- und Gleichlaufgüte
- Keine magnetische Anziehungskraft, kein Rastmoment
- Hochpräzises Positionierverhalten
- Direkter Kraftaufbau - keine mechanischen Übertragungselemente (wie z. B. Kugelrollspindel, Zahnriemen, Zahnstange o.ä.)
- Hoher Wirkungsgrad - geringe Betriebskosten
- Wartungsfreier Antrieb (keine Verschleißteile am Motor)
- Vereinfachung der Maschinenkonstruktion



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	MCL bestehend aus MCP und MCS
Umgebungstemperatur im Betrieb	0 ... 40 °C
Schutzart (EN 60034-5)	IP00 (IP20)
Kühlart (EN 60034-6)	IC410, Selbstkühlung
Aufstellhöhe	0 ... 1000 m über NN (ohne Derating)
Thermische Klasse (EN 60034-1)	130 (B)
Gebersystem	Hallsensor digital SUP-E01-D15-MCP020 SUP-E01-D30-MCP030/040/070 Hallsensor analog SUP-E01-A15-MCP020 SUP-E01-A30-MCP030/040/070
Elektrischer Anschluss	Anschlusskabel mit offenen Kabelenden: geschirmtes Kabel (3x Leistung + 1x PE, 2x KTY)
Mechanischer Schutz	Primärteil mit Kunstharz vergossen Magnete des Sekundärteil mit Kunstharz beschichtet
Motorseiten	 CE Cable End, Kabelabgangsseite NCE Non Cable End, Nicht-Kabelabgangsseite M Mounting face, Montagefläche

1.3 Aufbau

Eisenlose Linearmotoren MCL bestehen aus den Komponenten Primär- und Sekundärteil sowie einer optionalen Halleinheit.

Das Primärteil trägt den elektrisch aktiven Teil des Linearmotors mit in Kunststoff vergossener Wicklung und enthält kein Eisen. Der Primärteilträger aus Aluminium dient der Montage des Primärteils und der Wärmeabfuhr aus dem Primärteil. Am Primärteil ist die Befestigung einer optionalen Halleinheit zur Positionserfassung vorgesehen. In der Wicklung ist zudem ein Temperaturfühler untergebracht. Halleinheit und Temperaturfühler stehen mit Ausnahme der kleinsten Baugröße für alle MCL zur Verfügung.

Das Sekundärteil besteht aus einem U-förmigen Eisenjoch. Die Schenkel des Jochs tragen Permanentmagnete und umfassen das Primärteil. Mit den Sekundärteilen wird die Strecke aufgebaut und kann beliebig lang dargestellt werden.

Aus dem eisenlosen Primärteil (eisenlos - Engl.: ironless / Eisenkern - Engl.: iron core) leitet sich die Benennung des Motortyps ab. Die Bezeichnungen ergeben sich wie folgt:

- **MCL:** Motor Coreless Linear
- **MCP:** Motor Coreless Primary part
- **MCS:** Motor Coreless Secondary part

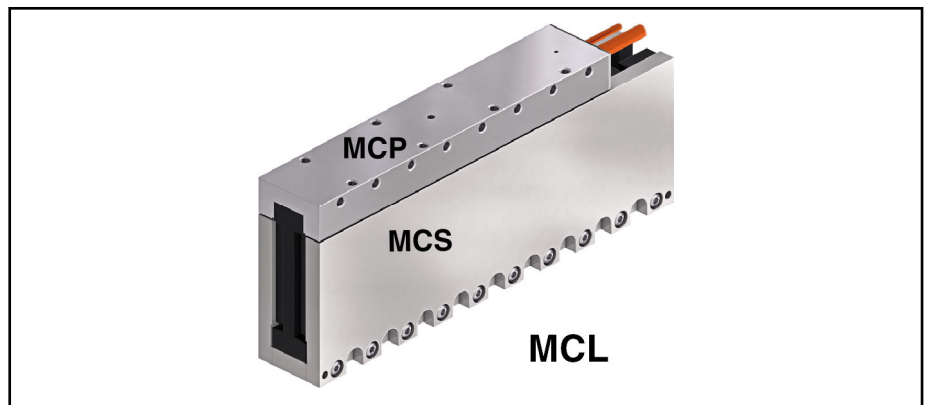


Abb. 1-1: Bildbeispiel Rexroth MCL

1.4 Vergleich eisenloser mit eisenbehafteten Linearmotoren

Eisenbehaftete Linearmotoren nutzen das Eisen, in das die Wicklung eingelegt ist, um den magnetischen Fluss zu bündeln. Somit werden sehr hohe Kraftdichten erzielt. Prinzipbedingt herrschen bei diesen Motoren allerdings auch sehr hohe magnetische Anziehungskräfte zwischen den Motorbaugruppen (Primärteil und Sekundärteil). Diese führen unter anderem zu Rastkräften und aufgrund von Sättigungseffekten zu anderen parasitären Effekten wie z.B. Wicklungseinflüssen zur Welligkeit der Betriebskraft.

Gegenüber eisenbehafteten Linearmotoren existieren zwischen Primär- und Sekundärteilen keine Anziehungskräfte. Rastkräfte aufgrund einer Nutung, wie diese bei eisenbehafteten Linearmotoren vorliegen, werden ebenfalls nicht erzeugt. Diese Aspekte als auch die relativ kleine bewegte Masse der Primärteile erlauben eine sehr hohe Dynamik mit gleichzeitig hoher Präzision.

Auch entfallen durch den direkten Einbau in die Maschine zusätzliche, verschleißbehaftete mechanische Komponenten. Durch das Fehlen dieser mechanischen Elemente wird ein spielfreier, mit minimaler bzw. ohne Umkehrspanne behafteter Antriebsstrang zur Verfügung gestellt.

1.5 Leistungsspektrum der Motoren

Mit der eisenlosen Lineardirektantriebstechnik bieten sich neue Lösungswege durch eine praxisorientierte Kombination der Motortechnik mit digitalen intelligenten Antriebsregelgeräten. Das Spektrum der eisenlosen Linearantriebstechnik von Bosch Rexroth ermöglicht die Realisierung von Antrieben mit Vorschubkräften von 10 N bis zu 3300 N, Beschleunigungen bis 250 m/s^2 und maximalen Geschwindigkeiten bis zu 1400 m/min. Folgende Abbildung gibt einen Überblick über das Leistungsspektrum:

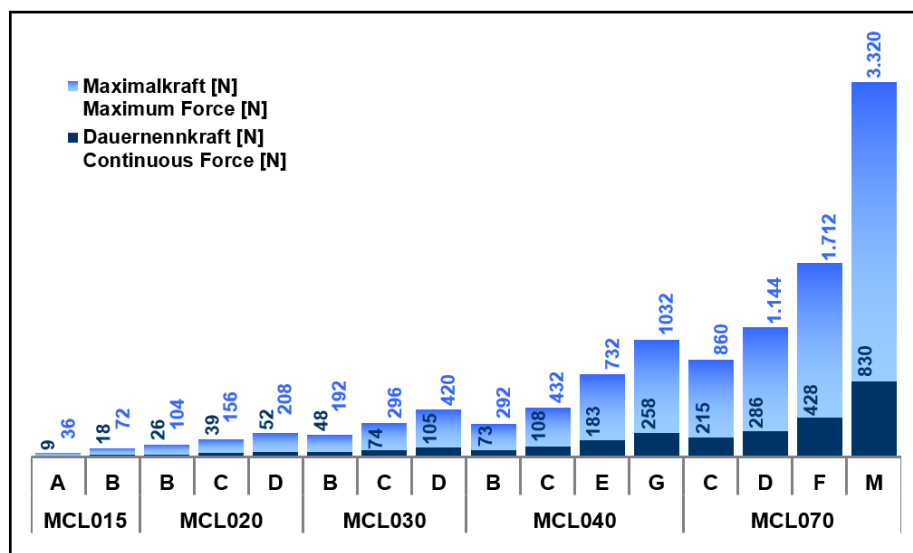


Abb. 1-2: Leistungsspektrum Rexroth MCL

1.6 Über diese Dokumentation

1.6.1 Ausgaben dieser Dokumentation

Ausgabe	Stand	Bemerkung
06	2020-06	Überarbeitung / Ergänzung
05	2015-02	Angaben zur Parallelanordnung ergänzt
04	2014-06	Angaben zur Kommutiereinstellung Kap. 14.6 geändert
...	...	...
01	2011-01	Erstausgabe

Tab. 1-1: Änderungsverlauf

1.6.2 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

1.6.3 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 Körperverletzung eintreten.

WARNUNG

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

VORSICHT

Bei Nichtbeachtung dieses Sicherheitshinweises **können** mittelschwere oder leichte Körperverletzung 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 Listenpunkt ausgezeichnet
 - Auflistungen zweiter Ebene werden mit dem "Gedankenstrich" ausgezeichnet
- 1. Handlungsanweisungen werden in nummerierten Listen angegeben. Beachten Sie die Reihenfolge der Handlungsanweisungen.

1.6.4 Weiterführende Dokumentation

Zur Projektierung von Antriebssystemen mit MCL-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>

1.6.5 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

1.6.6 Zusatzkomponenten

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

1.6.7 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-IA/EDM3 (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

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

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".

MCL-Motoren dürfen nicht eingesetzt werden wenn

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



MCL-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 Maschinenantriebselementen 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.

Projektierungsbeschreibung	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 ihrer Tätigkeit entsprechenden Qualifikationen verfügen. Zu derartigen Qualifikationen gehören u. a.: • Eine Ausbildung oder Unterweisung bzw. Berechtigung, um Stromkreise und Geräte sicher ein- und auszuschalten, zu erden und zu kennzeichnen. • Eine Ausbildung oder Unterweisung für die Pflege und den Gebrauch angemessener Sicherheitsausrüstung. • Eine Schulung in Erster Hilfe.
Qualifiziertes Personal für den Umgang mit funktional sicheren Produkten	Personen, die funktional sichere Produkte projektieren, in Betrieb nehmen und betreiben, müssen über die unter " Qualifiziertes Personal " genannten Kenntnisse verfügen. Zusätzlich müssen diese Personen über Kenntnisse von technischen Sicherheitskonzepten, sowie den geltenden Normen und Vorschriften im Bereich der funktionalen Sicherheit verfügen.
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 Bosch 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 Bosch 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 Bosch 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 Berührschutz an.
- Berühren Sie keine elektrischen Anschlussstellen der Komponenten im eingeschalteten Zustand.
- Ziehen Sie Stecker nicht unter Spannung ab oder stecken Sie diese nicht unter Spannung auf.
- Elektrische Antriebssysteme können unter bestimmten Voraussetzungen an Netzen betrieben werden, die durch allstromsensitive FI-Schutzeinrichtungen (RCD/RCM) abgesichert sind.
- Für Einbaugeräte ist der Schutz gegen Eindringen von Fremdkörpern und Wasser sowie gegen direktes Berühren durch ein äußeres Gehäuse, z. B. Schaltschrank, sicherzustellen.

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. Der Ableitstrom ist größer als 3,5 mA.
- Stellen Sie eine Schutzleiterverbindung mit einem Mindestquerschnitt gemäß nachfolgender Tabelle her. Bei einem Außenleiterquerschnitt kleiner 10 mm² ist alternativ auch ein Anschluss von zwei Schutzleitern zulässig, welche jeweils den gleichen Querschnitt wie die Außenleiter aufweisen.

Querschnitt Außenleiter	Mindestquerschnitt Schutzleiter Ableitstrom $\geq 3,5$ mA	
	1 Schutzleiter	2 Schutzleiter
1,5 mm ² (AWG 16)	10 mm ² (AWG 8)	2 × 1,5 mm ² (AWG 16)
2,5 mm ² (AWG 14)		2 × 2,5 mm ² (AWG 14)
4 mm ² (AWG 12)		2 × 4 mm ² (AWG 12)
6 mm ² (AWG 10)		2 × 6 mm ² (AWG 10)
10 mm ² (AWG 8)		-
16 mm ² (AWG 6)	16 mm ² (AWG 6)	-
25 mm ² (AWG 4)		-
35 mm ² (AWG 2)		-
50 mm ² (AWG 1/0)	25 mm ² (AWG 4)	-
70 mm ² (AWG 2/0)	35 mm ² (AWG 2)	-
...	...	...

Tab. 3-1: Mindestquerschnitt der Schutzleiterverbindung

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 Bosch 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 Bosch 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 Anlaufsperre.
- 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 Leiter 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 Zubehöriteilen 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 Motordaten sowie das Funktionsprinzip dieser 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:

- Selbstkühlung
- Anbauart B nach [Tab. 9-12 auf Seite 134](#)
- Einhaltung der Einbautoleranzen nach [Kap. 5.1 "Maßangaben" auf Seite 47](#)
- Einhaltung der Umgebungsbedingungen nach [Kap. 9.3 "Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen" auf Seite 102](#)
- Motor-Wicklungstemperatur $\leq 110\text{ °C}$



Angegebene Werte in den Datenblättern sind Effektivwerte nach DIN EN 60034-1. Bezugsgröße ist eine maximale Zwischenkreisspannung von 300 V_{DC} bei MCP020 ... 070 bzw. 48 V_{DC} beim MCP015. Resultierende Daten aus bestimmten Motor-Regelgeräte-Kombinationen können von den hier angegebenen Daten abweichen.

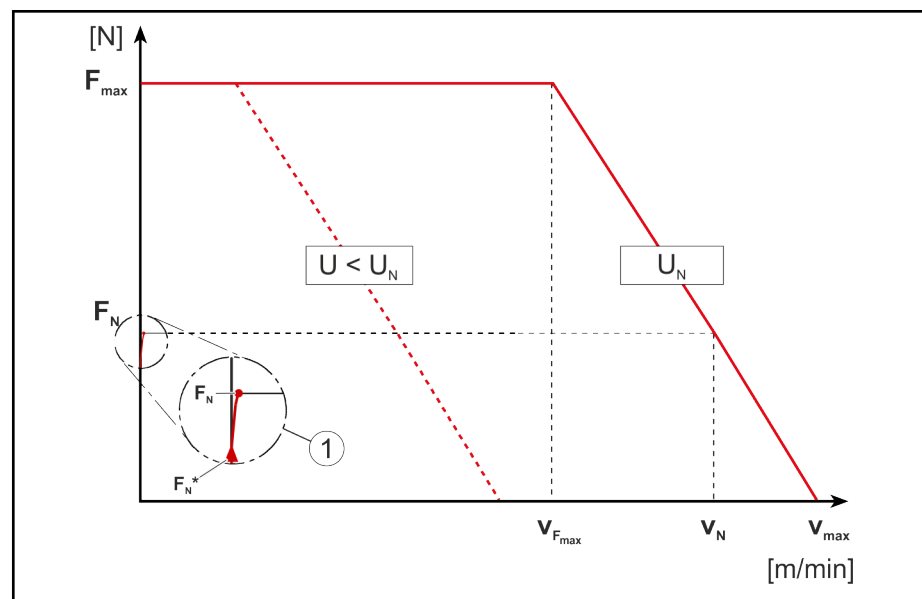


Sämtliche in den folgenden Abschnitten beschriebenen Zusammenhänge und dargestellten Daten gelten nur, sofern ausschließlich Primär- und Sekundärteile der gleichen Baugröße kombiniert werden (z. B. MCP015 mit MCS015).

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_N bei Anbauart B (gute thermische Anbindung) dargestellt. Die Anbauarten sind in [Kapitel 9.22](#) beschrieben.

 $F_{\max}$

Maximalkraft

 F_N

Dauernennkraft

 F_N^*

Um zu vermeiden, dass die Wicklung bei Stillstandsbetrieb beschädigt wird, muss der Strom oder die Dauer des Betriebs begrenzt werden.

 $v_{F\max}$

Maximalgeschwindigkeit bei Maximalkraft

 v_N

Nenngeschwindigkeit

 $v_{\max}$

Maximalgeschwindigkeit

 U_N Zwischenkreisspannung 300 V_{DC}

①

Beachten Sie beim Einsatz des Motors in diesem Betriebsbereich die Hinweise im [Kapitel 9.23](#)

Abb. 4-1:

Beispiel Motorkennlinie



Bei abweichenden Anschluss- bzw. Zwischenkreisspannungen können die angegebenen Kennlinien – linear – entsprechend den vorhandenen Spannungen umgerechnet werden.

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.

Die Dauernennkraft F_N ist bis zur Nenngeschwindigkeit v_N verfügbar.

Die Maximalgeschwindigkeit $v_{\max}$ ist die maximal erreichbare Geschwindigkeit des Motors bei entsprechender U_{DC} bis annähernd $F_N = 0$ N.



Die erreichbaren Motordaten sind maßgeblich von der thermischen Ankopplung des Motors an die Maschine (Verlustwärmeabfuhr) als auch vom verwendeten Antriebsregelgerät abhängig. Die Bezugsgröße für die Angabe der Technischen Daten sowie die Darstellung der Motorkennlinien ist eine unregelte Zwischenkreisspannung von 300 V_{DC} bei MCP020 bis MCP070 bzw. 48 V_{DC} beim MCP015.

Zusätzliche Hinweise zur thermischen Ankopplung finden Sie im [Kapitel 9.22](#).

Hinweise zum Stillstandsbetrieb im [Kapitel 9.23](#).

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_{EMK}
- Gleicher Wicklungswiderstand R_{12}
- Gleiche Wicklungsinduktivität L_{12}

Bei Parallelanschluss von zwei identischen Primärteilen an einem Antriebsregelgerät bestehen folgende Zusammenhänge (siehe [Abb. 4-2](#)):

- 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_{Fmax} , v_N und v_{max} wie bei Einzelanordnung

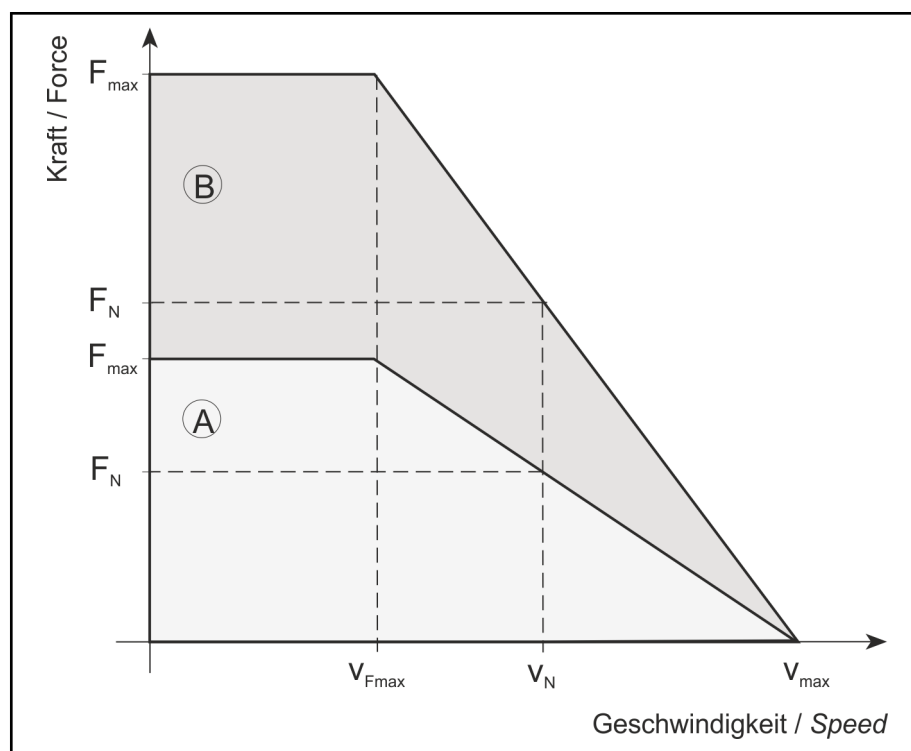
$$v_{Fmax, \text{total}} = v_{Fmax, \text{Motor}} / v_{N, \text{total}} = v_{N, \text{Motor}} / v_{max, \text{total}} = v_{max, \text{Motor}}$$

- Gleiche Motor- und Spannungskonstante (K_{FN} , K_{EMK})

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

- 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 14.4.3 auf Seite 172](#)).

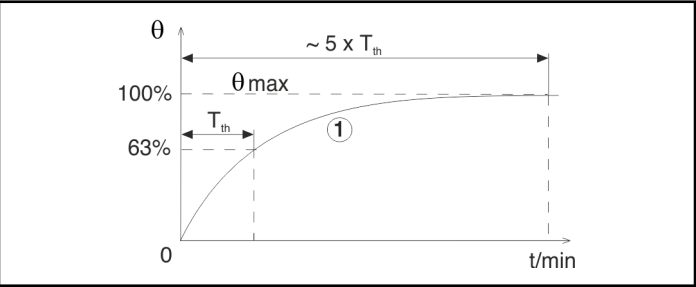
4.1.3 Beschreibung der angegebenen Größen



Auch die PWM-Frequenz (Pulsweitenmodulation) des Antriebsregelgerätes beeinflusst die resultierenden Motordaten. Alle in dieser Dokumentation angegebenen Daten beziehen sich auf eine PWM-Frequenz von 4 kHz.

Kenngrößen für Primärteile MCL

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Toleranz	Beschreibung
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	$\pm 5 \%$	Maximale Kraft bei Maximalstrom $I_{\max}$. Die erreichbare Kraft ist vom verwendeten Antriebsregelgerät abhängig.
Dauernennkraft	F_N	N	$\pm 5 \%$	Verfügbare Dauernennkraft des Motors bis v_N bei Nennstrom I_N .
Maximalstrom	$I_{\max}$	A		Maximalstrom des Motors bei $F_{\max}$.
Bemessungsstrom	I_N	A		Bemessungsstrom des Motors bei Dauernennkraft F_N .
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V		Bezugsspannung des Zwischenkreises zur Festlegung der Wicklungsgeschwindigkeit.
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F_{\max}}$	m/min		Maximalgeschwindigkeit bei Maximalkraft $F_{\max}$. Die erreichbare Geschwindigkeit ist von der Zwischenkreisspannung des verwendeten Antriebsregelgerätes abhängig.
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min		Geschwindigkeit, bis zu der die Dauernennkraft F_N des Motors verfügbar ist.
Kraftkonstante	K_{FN}	N/A	$\pm 5 \%$	Verhältnis von Krafterhöhung zur Erhöhung des kraftbildenden Stroms. Aufgrund des Prinzips eines eisenlosen Primärteils gibt es keine Sättigungseffekte. Die Konstante ist somit nicht stromabhängig.
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMK}	Vs/m	$\pm 5 \%$	Induzierte Motorspannung in Abhängigkeit von der Verfahrgeschwindigkeit bezogen auf Geschwindigkeit 1 m/s bei 20 °C.
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.
Wicklungsinduktivität	$L_{23/31}$	mH		Gemessene Wicklungsinduktivität zwischen zwei Strängen (Strang 2/3 oder 3/1). Die angegebenen Messwerte sind aufgrund von Randeffekten unterschiedlich zu L_{12} . Die Angaben sind typische Werte, die mit einem Messstrom von 1 mA bei einer Messfrequenz von 1 kHz ermittelt wurden.
Bemessungsverlustleistung	P_{VN}	W		Verlustleistung in Betriebsart S1 (Dauerbetrieb) bei Nenngeschwindigkeit v_N .
Polweite	T_P	mm		Abstandsmaß von Polmitte zur Polmitte der Magnete am Sekundärteil.

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Toleranz	Beschreibung
Thermische Zeitkonstante	T_{th}			Dauer des Temperaturanstieges auf 63 % der Endtemperatur der Wicklung bei natürlicher Konvektion und Belastung mit Dauernennkraft im S1-Betrieb.  ① zeitlicher Verlauf der Wicklungstemperatur θ_{max} max. Wicklungstemperatur T_{th} Thermische Zeitkonstante <i>Abb. 4-3: Thermische Zeitkonstante</i>
Masse Primärteil	m_P	kg		Masse des Primärteils.

Kenngrößen für Sekundärteile MCS

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 des Sekundärteils.

4.2 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 von Rexroth ab. Berechnen Sie die Kennlinien für Ihre Applikation mit dem Auslegungs- und Berechnungswerkzeug IndraSize: www.boschrexroth.com/IndraSize

4.3 Allgemeine technische Daten

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

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCPxxx	MCSxxx
Maximal zulässige Zwischenkreisspannung MCP015	U _{DC, max}	V	72	/
Maximal zulässige Zwischenkreisspannung MCP020 ... 070 (Bleeder-Schwelle)			420	
Umgebungstemperatur im Betrieb (siehe auch Kap. 9.3 "Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen" auf Seite 102)	T _{um}	°C	0 ... +40	
Zulässige Transporttemperatur (siehe auch Kap. 12.3.1 "Hinweise zum Transport" auf Seite 158)	T _T	°C	-20 ... +80	
Zulässige Lagerungstemperatur (siehe auch Kap. 12.3.2 "Hinweise zur Lagerung" auf Seite 159)	T _L	°C	-25 ... +55	
Thermische Klasse nach DIN EN 60034-1	-	-	130 (B)	/
Warntemperatur (Wicklung) (siehe auch Kap. 9.10 "Motortemperaturüberwachung" auf Seite 110)	T _{warn}	°C	110	/
Abschalttemperatur (Wicklung) (siehe auch Kap. 9.10 "Motortemperaturüberwachung" auf Seite 110)	T _{abst}	°C	130	/
Schutzart MCP und MCS nach DIN EN 60034-5	-	-	IP00 (IP20 für Stirnflächen der MCP020 ... 070)	
RoHS-Konformität gemäß Richtlinie 2011/65/EU	-	-	RoHS-konform	
Letzte Änderung: 2019-12-16				

Tab. 4-1: Allgemeine technische Daten

4.4 Baugröße 015

4.4.1 Datenblatt MCP015

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP015	
			A	B
			L040	L040
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	36	72
Dauernennkraft	F_N	N	9	18
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	6,0	12,8
Bemessungsstrom	I_N	A	1,5	3,2
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V	48	
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	0	
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min	430	480
Kraftkonstante	K_{FN}	N/A	6,0	5,6
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMK}	Vs/m	3,6	3,2
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R_{12}	Ohm	5,3	2,7
Wicklungsinduktivität	L_{12}	mH	0,56	0,25
Wicklungsinduktivität	$L_{23,31}$	mH	0,56	0,25
Bemessungsverlustleistung	P_{VN}	W	23,9	55,2
Polweite	τ_p	mm	8,25	
Thermische Zeitkonstante	T_{th}	min	0,6	
Masse Primärteil	m_P	kg	0,050	0,075
Letzte Änderung: 2018-04-04				

Tab. 4-2: MCP015 - Technische Daten

4.4.2 Datenblatt MCS015

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCS015-__-0066	MCS015-__-0099
Masse Sekundärteil	m _S	kg	0,2	0,3
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	3,0	
Letzte Änderung: 2012-06-21				

Tab. 4-3: MCS015 - Technische Daten

4.4.3 Motorkennlinien Baugröße 015

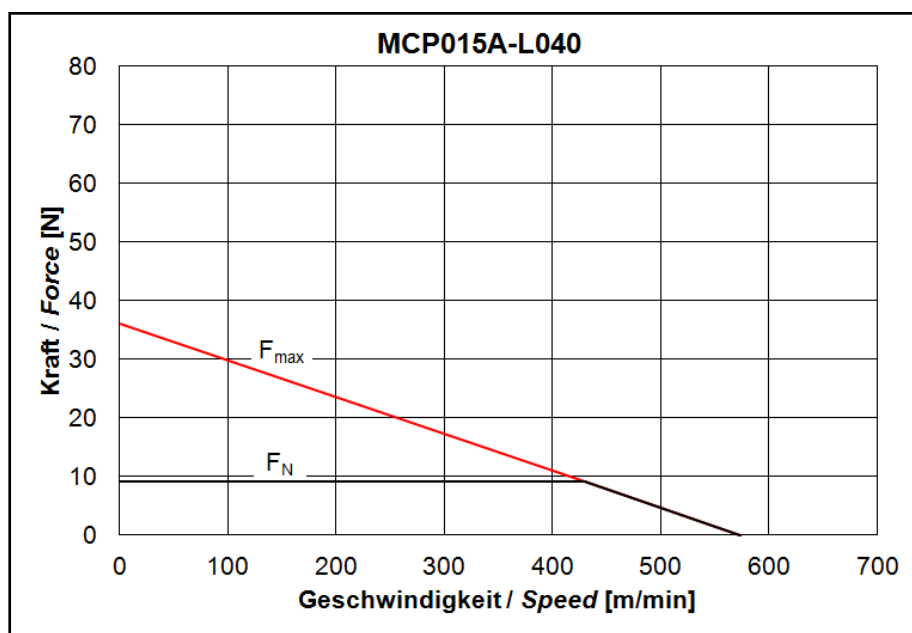


Abb. 4-4: Motorkennlinie MCP015A-L040 bei 48 V_{DC}

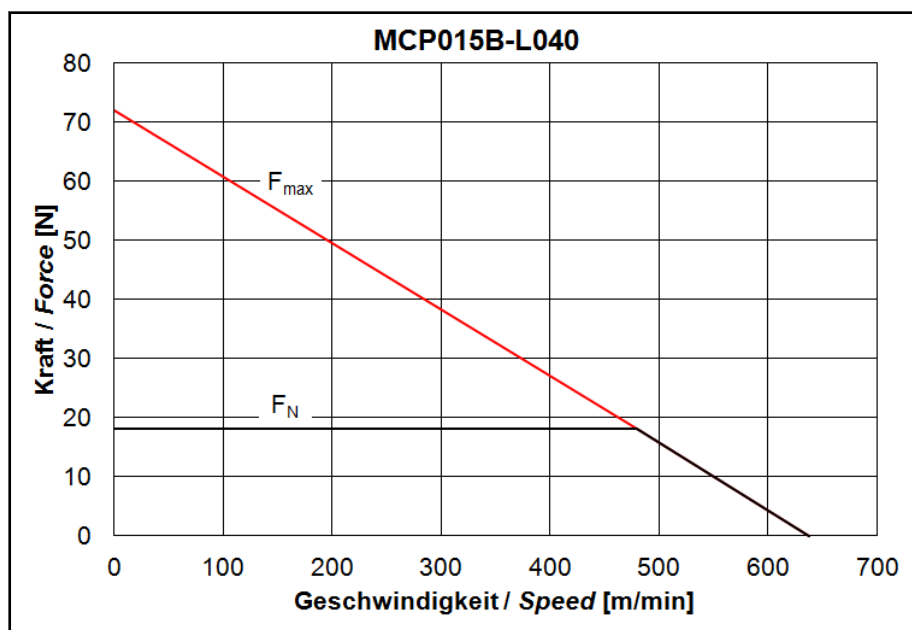


Abb. 4-5: Motorkennlinie MCP015B-L040 bei 48 V_{DC}

4.5 Baugröße 020

4.5.1 Datenblatt MCP020

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP020					
			B		C		D	
			V180	V720	V180	V720	V180	V720
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	104		156		208	
Dauernennkraft	F_N	N	26		39		52	
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	3,2	5,6	4,9	8,8	7,0	13,0
Bemessungsstrom	I_N	A	0,8	1,4	1,2	2,2	1,7	3,2
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V	300					
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F_{\max}}$	m/min	200	690	160	660	220	820
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min	560	1100	550	1095	620	1260
Kraftkonstante	K_{FN}	N/A	32,5	18,6	32,0	17,8	30,1	16,0
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMK}	Vs/m	18,8	10,7	18,5	10,3	17,4	9,2
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R_{12}	Ohm	40,5	13,3	28	8,8	18	5,5
Wicklungsinduktivität	L_{12}	mH	4,4	1,5	2,9	0,9	1,9	0,6
Wicklungsinduktivität	$L_{23,31}$	mH	6,6	2,2	4,3	1,3	2,7	0,9
Bemessungsverlustleistung	P_{VN}	W	51,8	52,1	94,5	85,1	129,8	134,6
Polweite	τ_p	mm	15					
Thermische Zeitkonstante	T_{th}	min	1,7		1,9		2,1	
Masse Primärteil	m_p	kg	0,18		0,28		0,38	
Letzte Änderung: 2019-04-09								

Tab. 4-4: MCP020 - Technische Daten

4.5.2 Datenblatt MCS020

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCS020-__-0120	MCS020-__-0180	MCS020-__-0300
Masse Sekundärteil	m _S	kg	0,4	0,7	1,1
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	3,7		
Letzte Änderung: 2012-03-29					

Tab. 4-5: MCS020 - Technische Daten

4.5.3 Motorkennlinien Baugröße 020

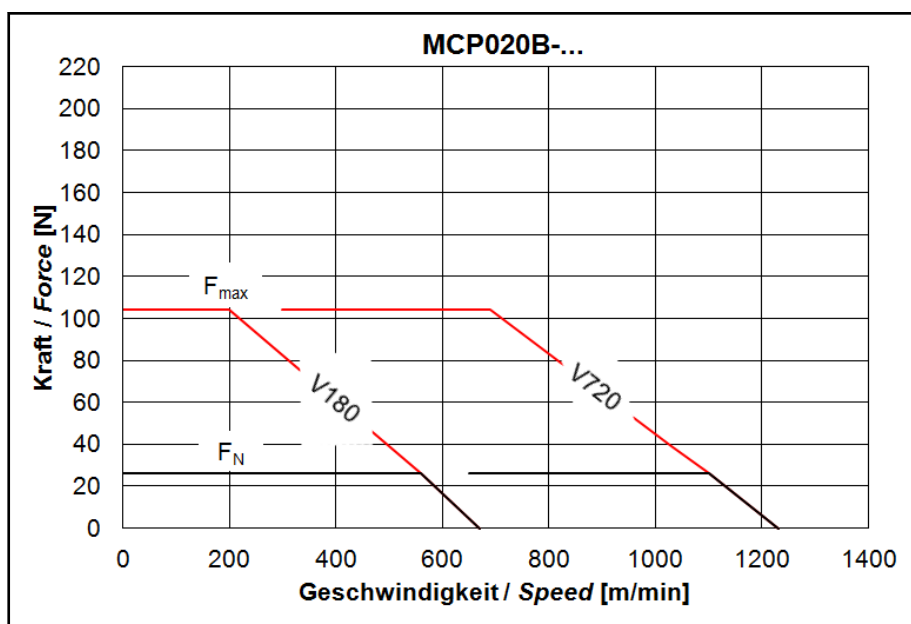


Abb. 4-6: Motorkennlinien MCP020B bei 300 V_{DC}

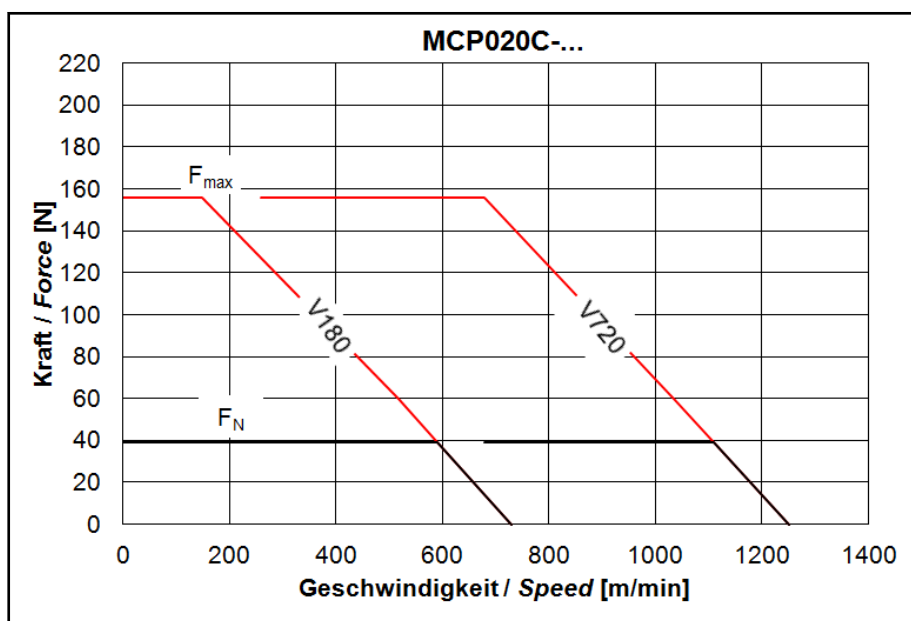


Abb. 4-7: Motorkennlinien MCP020C bei 300 V_{DC}

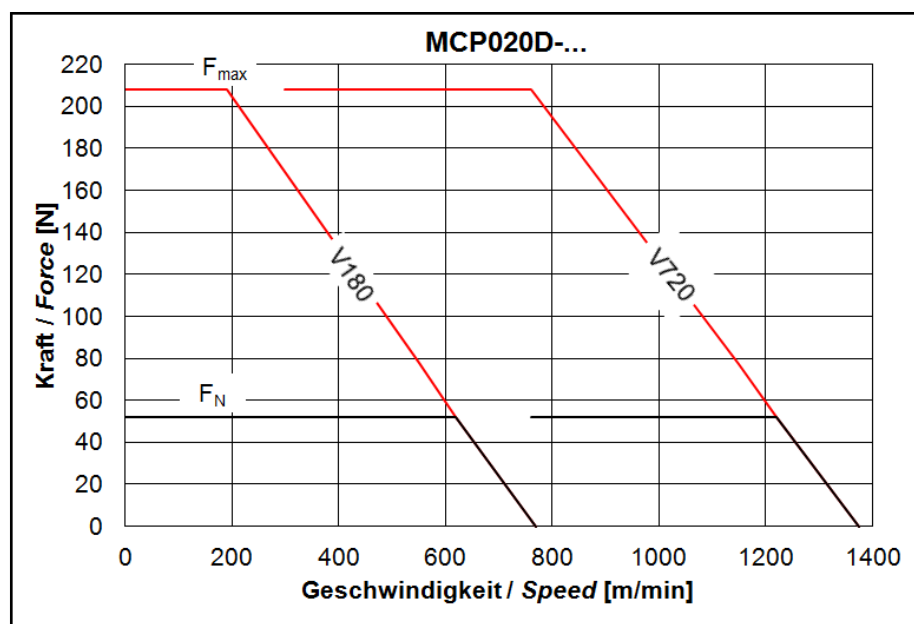


Abb. 4-8: Motorkennlinie MCP020D bei 300 V_{DC}

4.6 Baugröße 030

4.6.1 Datenblatt MCP030

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP030					
			B		C		D	
			V180	V390	V180	V390	V180	V390
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	192		296		420	
Dauernennkraft	F_N	N	48		74		105	
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	5,2	6,4	7,2	9,6	10,0	14,0
Bemessungsstrom	I_N	A	1,3	1,6	1,8	2,4	2,5	3,5
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V	300					
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F_{\max}}$	m/min	180	400	170	370	180	380
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min	510	680	460	630	440	660
Kraftkonstante	K_{FN}	N/A	36,9	30,0	41,1	30,8	42,0	30,0
Spannungskonstante bei 20 °C	K_{EMK}	Vs/m	21,3	17,3	23,7	17,8	24,2	17,3
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R_{12}	Ohm	27	14,6	20	10,6	14	7,9
Wicklungsinduktivität	L_{12}	mH	10,1	5,6	7,5	4,19	5,56	2,9
Wicklungsinduktivität	$L_{23,31}$	mH	16,2	9,1	11,6	6,16	8,17	4,7
Bemessungsverlustleistung	P_{VN}	W	91,1	74,6	129,4	121,9	174,8	193,3
Polweite	τ_p	mm	30					
Thermische Zeitkonstante	T_{th}	min	2,2		2,4		2,6	
Masse Primärteil	m_p	kg	0,34		0,52		0,70	
Letzte Änderung: 2018-04-04								

Tab. 4-6: MCP030 - Technische Daten

4.6.2 Datenblatt MCS030

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCS030-__-0120	MCS030-__-0180	MCS030-__-0300
Masse Sekundärteil	m _S	kg	0,7	1,0	1,6
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	5,5		
Letzte Änderung: 2012-03-29					

Tab. 4-7: MCS030 - Technische Daten

4.6.3 Motorkennlinien Baugröße 030

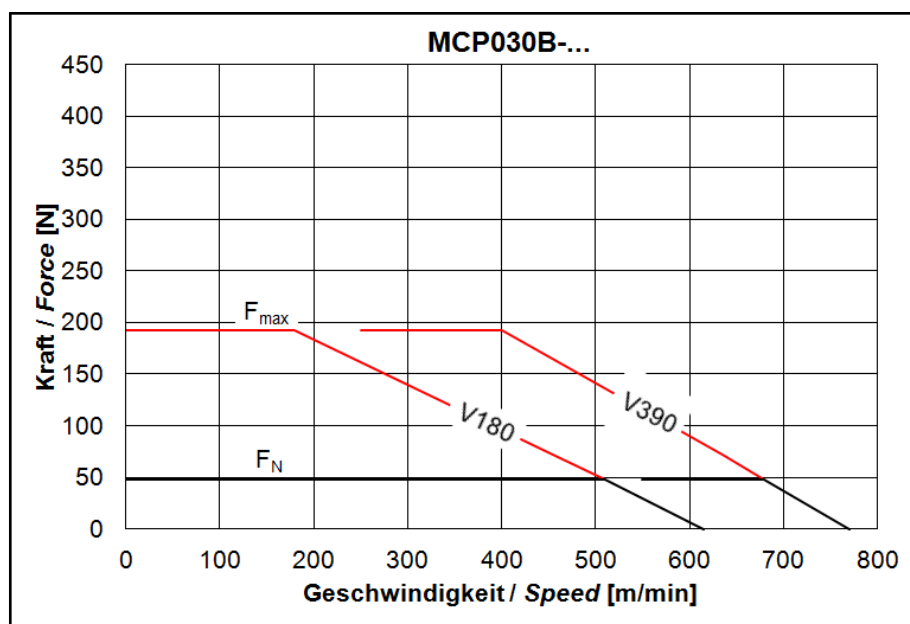


Abb. 4-9: Motorkennlinie MCP030B bei 300 V_{DC}

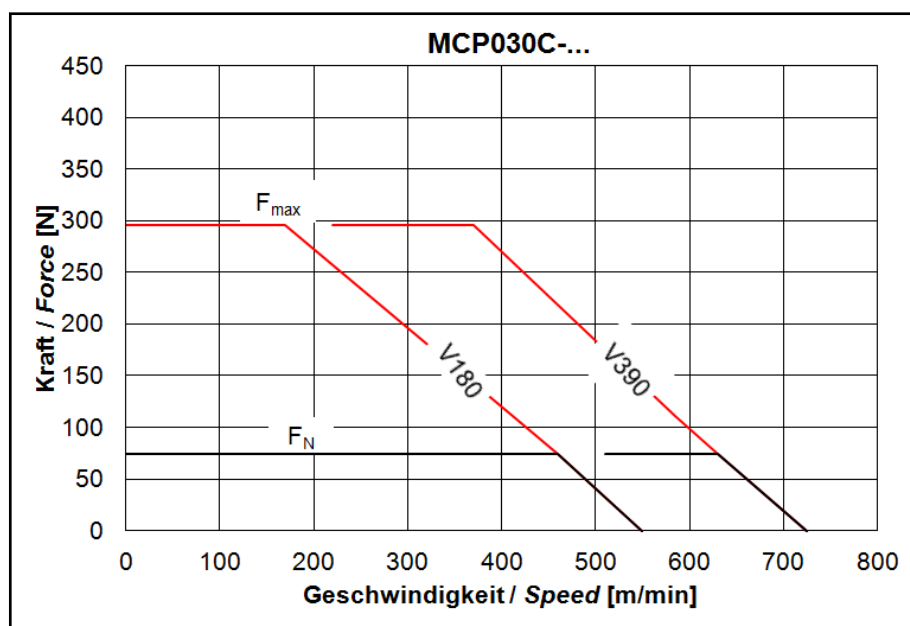


Abb. 4-10: Motorkennlinie MCP030C bei 300 V_{DC}

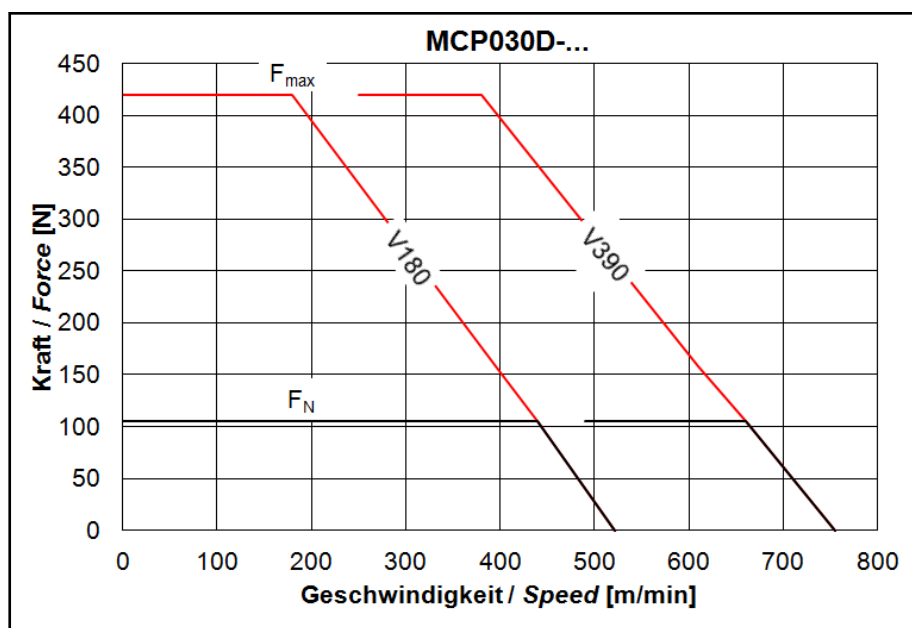


Abb. 4-11: Motorkennlinie MCP030D bei 300 V_{DC}

4.7 Baugröße 040

4.7.1 Datenblatt MCP040

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP040			
			B		C	
			V070	V300	V070	V300
Maximalkraft	F _{max}	N	292		432	
Dauernennkraft	F _N	N	73		108	
Maximalstrom	I _{max}	A	4,8	7,6	6,8	11,6
Bemessungsstrom	I _N	A	1,2	1,9	1,7	2,9
Bezugsspannung Zwischenkreis	U _{DC}	V	300			
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	80	290	60	310
Nenngeschwindigkeit	v _N	m/min	290	530	290	530
Kraftkonstante	K _{FN}	N/A	60,8	38,4	63,5	37,2
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	35,1	22,2	36,7	21,5
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	30	11,4	22	7,4
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	14,6	5,6	10,8	3,7
Wicklungsinduktivität	L _{23,31}	mH	22,6	8,9	15,9	5,6
Bemessungsverlustleistung	P _{VN}	W	86,3	82,2	127,0	124,3
Polweite	τ _p	mm	30			
Thermische Zeitkonstante	T _{th}	min	2,3		2,4	
Masse Primärteil	m _P	kg	0,56		0,81	
Letzte Änderung: 2018-04-04						

Tab. 4-8: MCP040B/C - Technische Daten

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP040			
			E		G	
			V070	V300	V070	V300
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	732		1032	
Dauernennkraft	F_N	N	183		258	
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	11,6	18,8	15,6	26,4
Bemessungsstrom	I_N	A	2,9	4,7	3,9	6,6
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V	300			
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F\max}$	m/min	60	260	50	290
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min	280	510	260	500
Letzte Änderung: 2018-04-04						

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP040			
			E		G	
			V070	V300	V070	V300
Kraftkonstante	K _{FN}	N/A	63,1	38,9	66,2	39,1
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	36,4	22,5	38,2	22,6
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	12,7	5	9,7	3,3
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	6,4	2,4	4,8	1,6
Wicklungsinduktivität	L _{23,31}	mH	9,5	3,5	7	2,4
Bemessungsverlustleistung	P _{VN}	W	213,3	220,6	294,7	287,1
Polweite	τ _p	mm	30			
Thermische Zeitkonstante	T _{th}	min	2,6		2,8	
Masse Primärteil	m _P	kg	1,26		1,71	
Letzte Änderung: 2018-04-04						

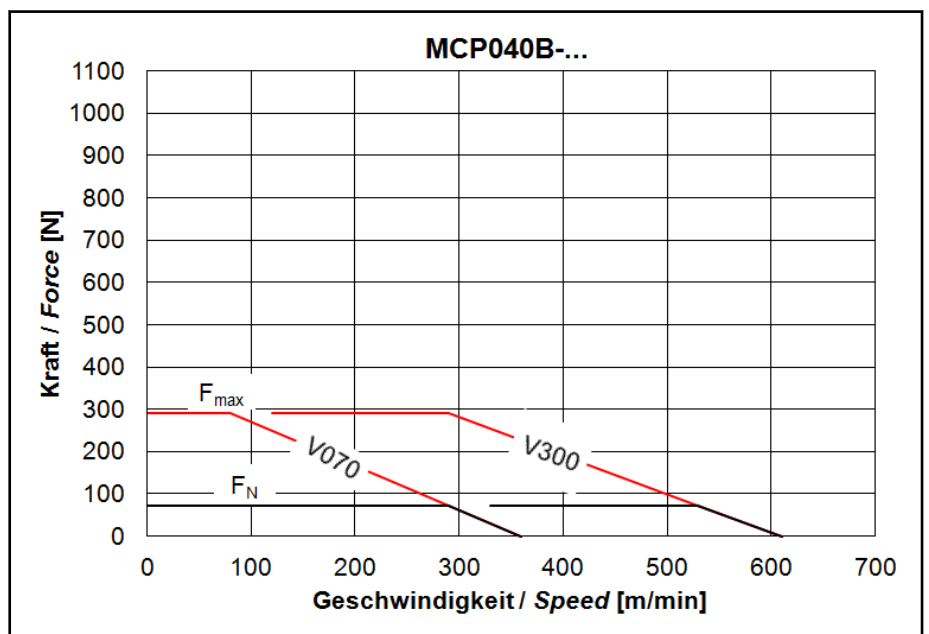
Tab. 4-9: MCP040E/G - Technische Daten

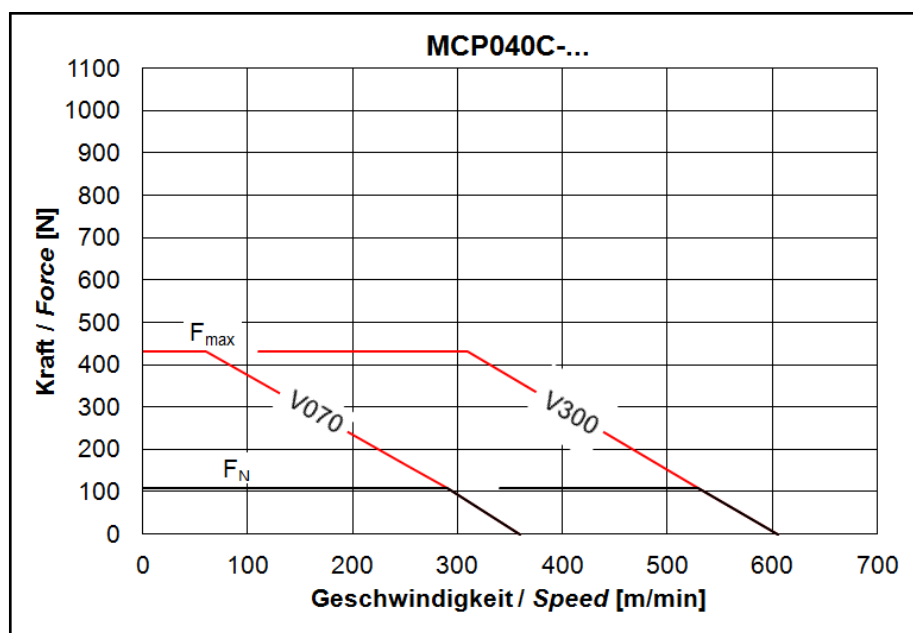
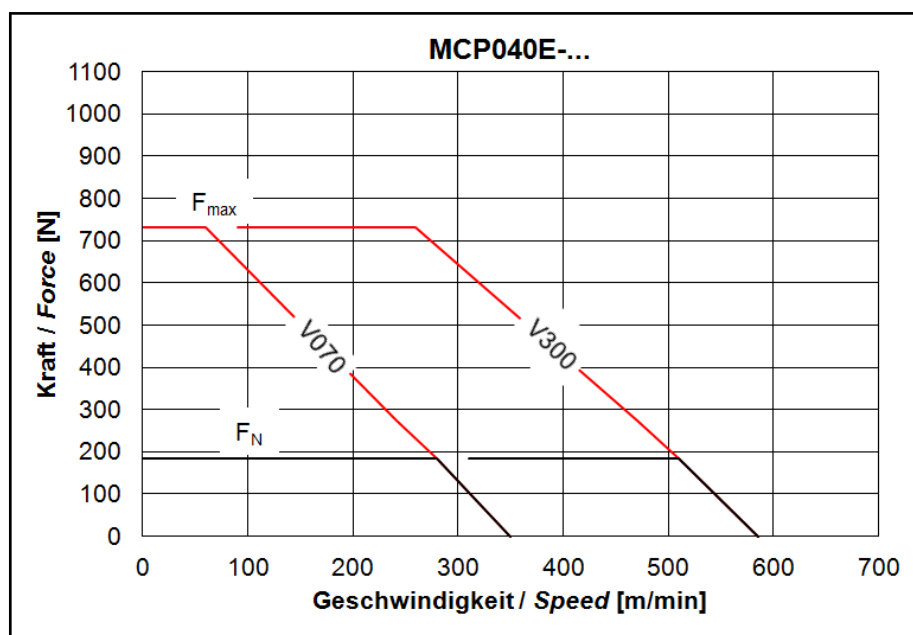
4.7.2 Datenblatt MCS040

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCS040-__-0120	MCS040-__-0180	MCS040-__-0300
Masse Sekundärteil	m _S	kg	1,3	1,9	3,2
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	10,7		
Letzte Änderung: 2012-03-29					

Tab. 4-10: MCS040 - Technische Daten

4.7.3 Motorkennlinien Baugröße 040

Abb. 4-12: Motorkennlinie MCP040B bei 300 V_{DC}

Abb. 4-13: Motorkennlinie MCP040C bei 300 V_{DC}Abb. 4-14: Motorkennlinie MCP040E bei 300 V_{DC}

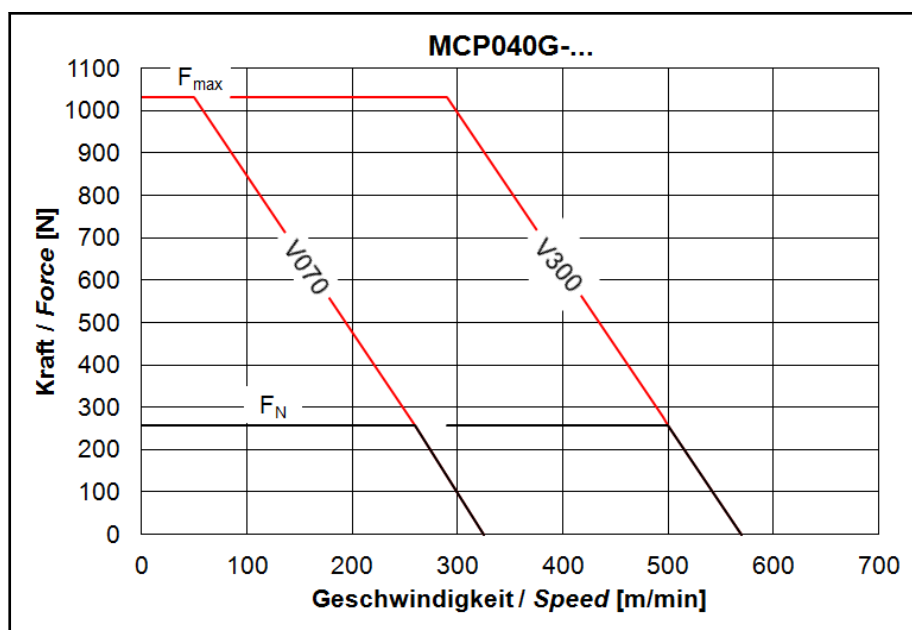


Abb. 4-15: Motorkennlinie MCP040G bei 300 V_{DC}

4.8 Baugröße 070

4.8.1 Datenblatt MCP070

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP070			
			C		D	
			V050	V300	V050	V300
Maximalkraft	F _{max}	N	860		1144	
Dauernennkraft	F _N	N	215		286	
Maximalstrom	I _{max}	A	8,8	20,4	11,2	25,6
Bemessungsstrom	I _N	A	2,2	5,1	2,8	6,4
Bezugsspannung Zwischenkreis	U _{DC}	V	300			
Maximalgeschwindigkeit bei F _{max}	v _{Fmax}	m/min	50	340	50	280
Nenngeschwindigkeit	v _N	m/min	180	470	180	460
Kraftkonstante	K _{FN}	N/A	97,7	42,2	102,1	44,7
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	56,4	24,3	59,0	25,8
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	15,7	3,03	13,2	2,94
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	12	2,3	10	2
Wicklungsinduktivität	L _{23,31}	mH	17,1	3,3	14,1	2,9
Bemessungsverlustleistung	P _{VN}	W	151,8	157,4	206,7	240,5
Polweite	τ _p	mm	30			
Thermische Zeitkonstante	T _{th}	min	3,0		4,0	
Masse Primärteil	m _P	kg	1,50		1,95	
Letzte Änderung: 2018-04-04						

Tab. 4-11: MCP070C/D - Technische Daten

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP070			
			F		M	
			V050	V300	V050	V230
Maximalkraft	$F_{\max}$	N	1712		3320	
Dauernennkraft	F_N	N	428		830	
Maximalstrom	$I_{\max}$	A	18,4	36,0		62,8
Bemessungsstrom	I_N	A	4,6	9,0		15,7
Bezugsspannung Zwischenkreis	U_{DC}	V	300			
Maximalgeschwindigkeit bei $F_{\max}$	$v_{F_{\max}}$	m/min	70	290	60	230
Nenngeschwindigkeit	v_N	m/min	210	460	200	370
Letzte Änderung: 2018-04-04						

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCP070			
			F		M	
			V050	V300	V050	V230
Kraftkonstante	K _{FN}	N/A	93,0	47,5	92,2	52,9
Spannungskonstante bei 20 °C	K _{EMK}	Vs/m	53,7	27,4	53,2	30,5
Wicklungswiderstand bei 20 °C	R ₁₂	Ohm	7,5	2,2	3,8	1,25
Wicklungsinduktivität	L ₁₂	mH	5,7	1,39	2,66	0,92
Wicklungsinduktivität	L _{23,31}	mH	7,8	1,94	3,92	1,23
Bemessungsverlustleistung	P _{VN}	W	317,0	355,9	614,8	615,4
Polweite	τ _p	mm	30			
Thermische Zeitkonstante	T _{th}	min	5,0	3,1	3,3	
Masse Primärteil	m _p	kg	2,85		5,9	
Letzte Änderung: 2018-04-04						

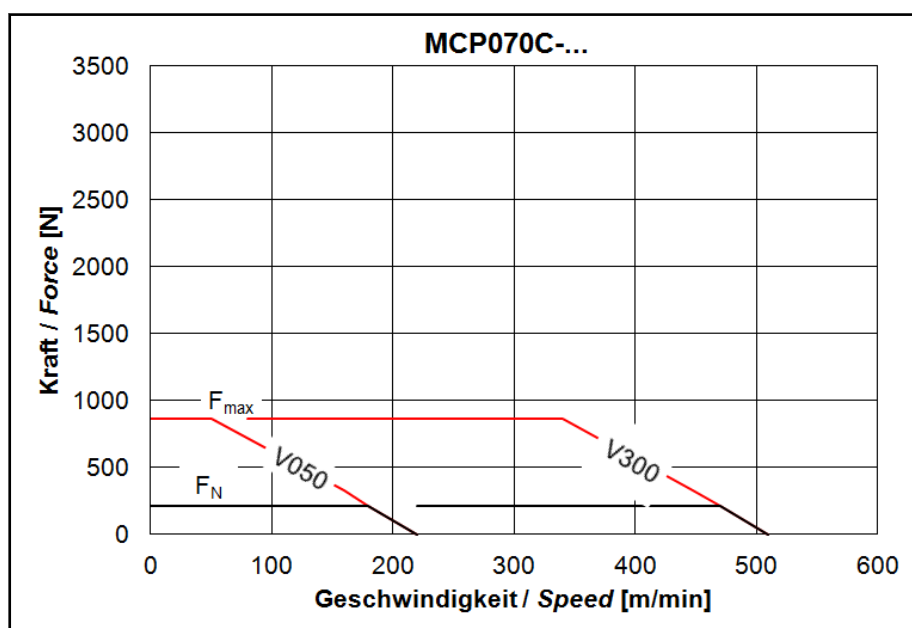
Tab. 4-12: MCP070F/M - Technische Daten

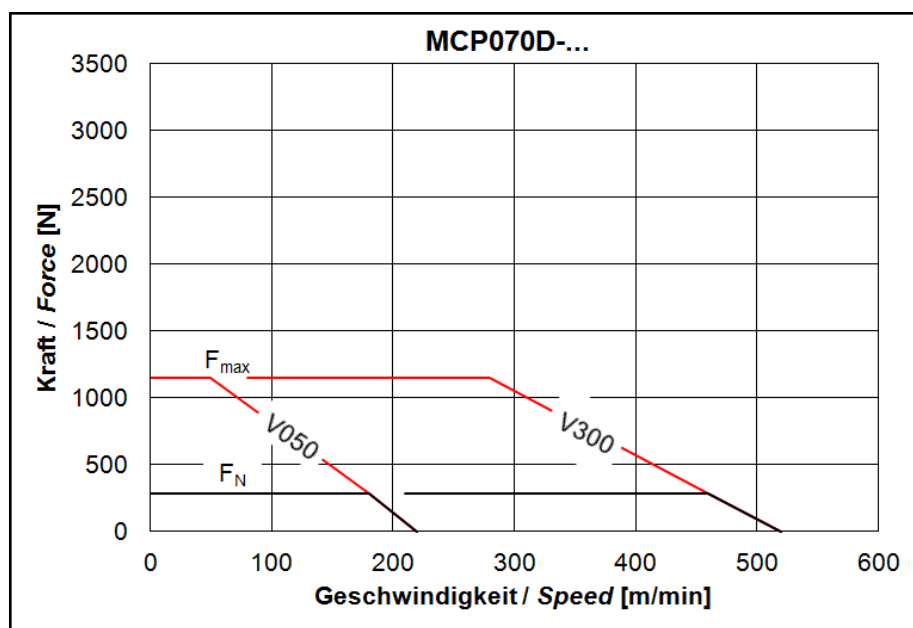
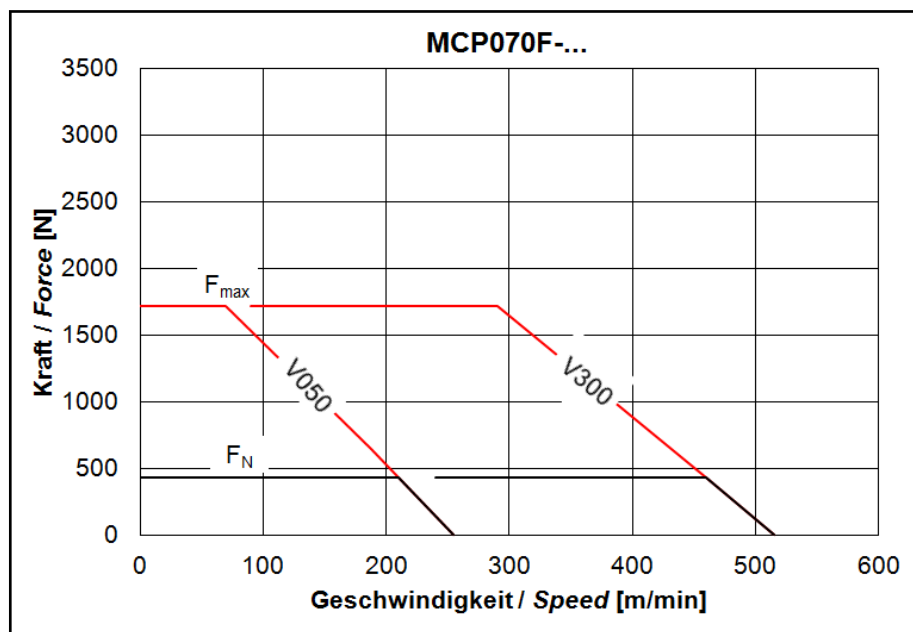
4.8.2 Datenblatt MCS070

Bezeichnung	Symbol	Einheit	MCS070-__-0120	MCS070-__-0180	MCS070-__-0300
Masse Sekundärteil	m _S	kg	3,0	4,5	7,4
Masse Sekundärteil, relativ	m _{S_rel}	kg/m	24,8		
Letzte Änderung: 2012-03-29					

Tab. 4-13: MCS070 - Technische Daten

4.8.3 Motorkennlinien Baugröße 070

Abb. 4-16: Motorkennlinie MCP070C bei 300 V_{DC}

Abb. 4-17: Motorkennlinie MCP070D bei 300 V_{DC}Abb. 4-18: Motorkennlinie MCP070F bei 300 V_{DC}

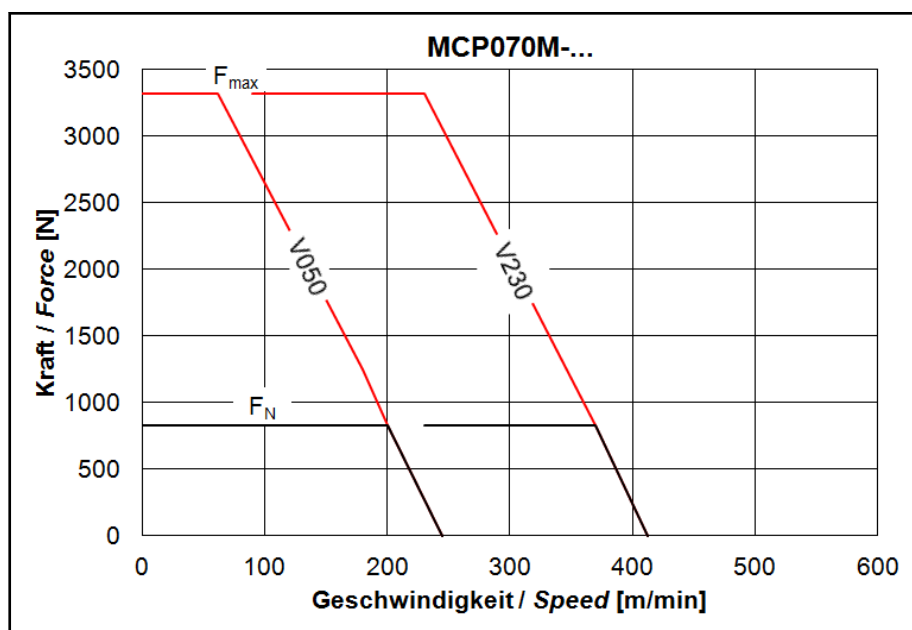


Abb. 4-19: Motorkennlinie MCP070M bei 300 V_{DC}

5 Maßblätter

5.1 Maßangaben



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.

5.1.1 Luftspalt und Einbauhöhe

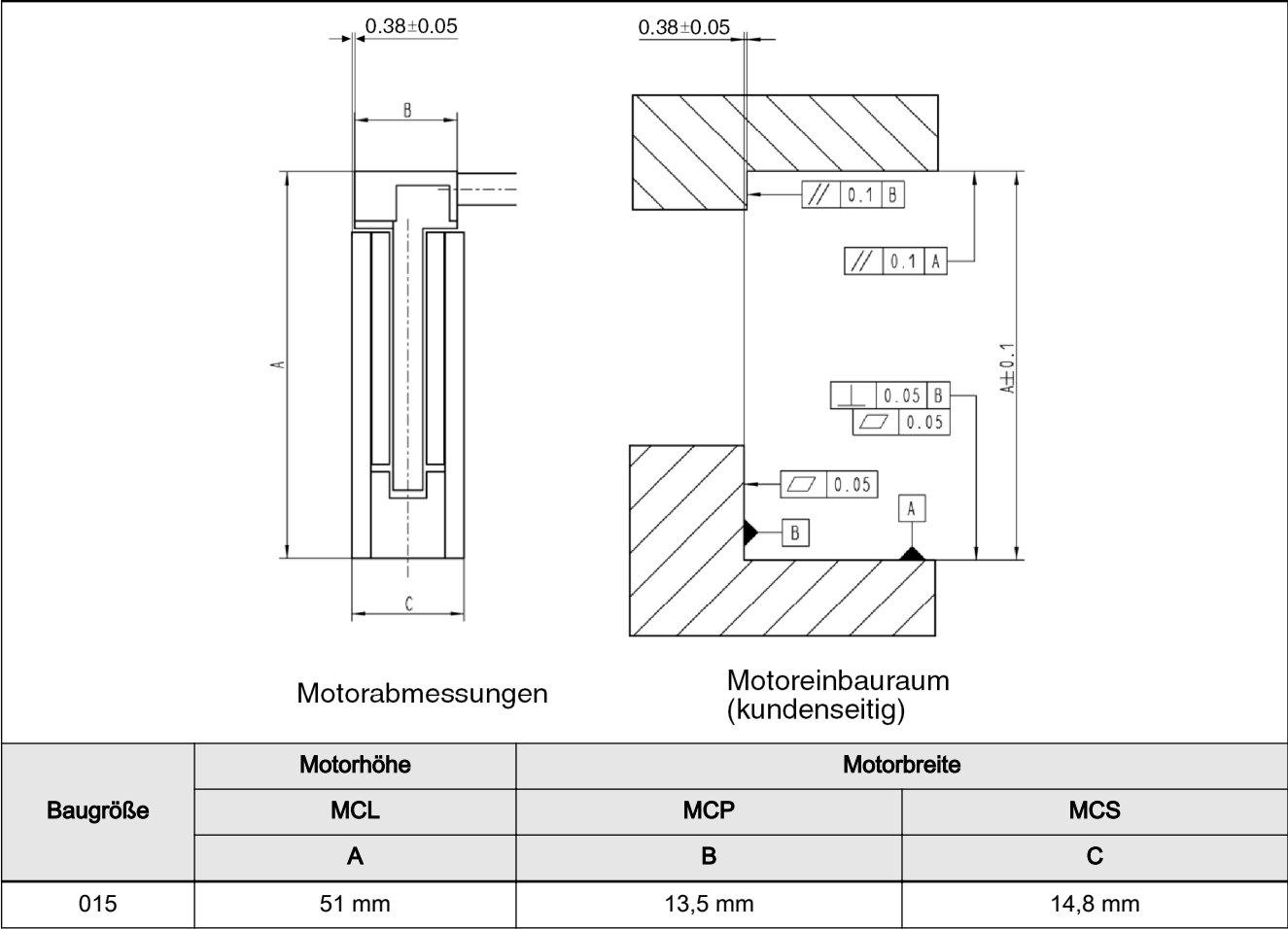
Um über den gesamten Verfahrbereich einen sicheren Betrieb und eine konstante Kraft zu gewährleisten, muss ein Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil vorhanden sein. Hierzu sind die Einzelteile des Motors entsprechend toleriert. Der Abstand der Montagefläche, die Parallelität sowie die Symmetrie 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 Gewicht-, 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.
- Bei langen Strecken, kann es erforderlich sein, die Auflageflächen der Motorkomponenten direkt vom montierten Schlitten aus zu bearbeiten.

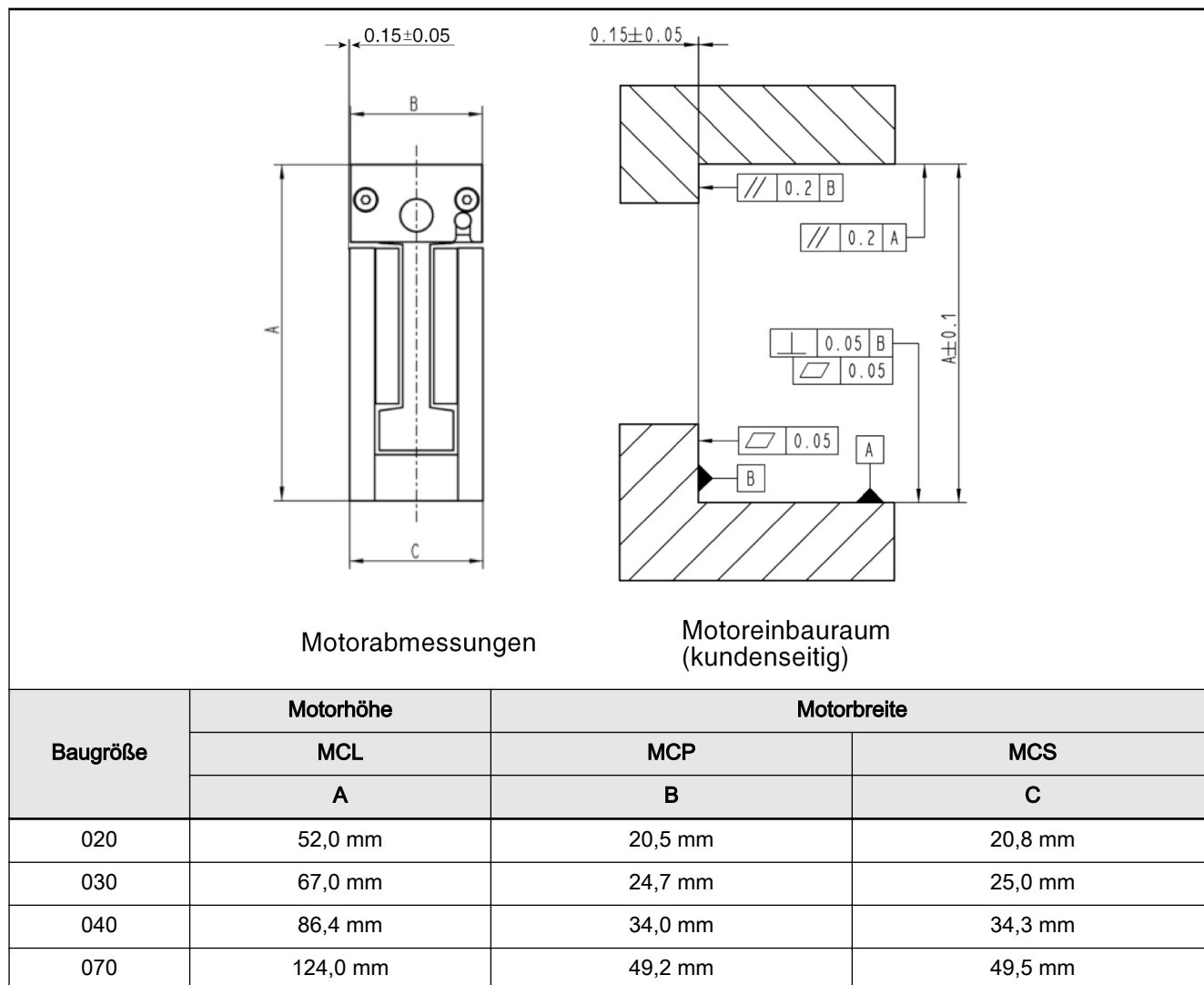
Zum Einbau der Motoren in die Maschinenkonstruktion wird von Bosch Rexroth eine definierte Einbaulage mit Toleranzen vorgegeben. Dadurch wird zwangsläufig der Luftspalt in den vorgegebenen Maßen und Toleranzen - auch bei Tausch einzelner Motorkomponenten - eingehalten.

5.1.2 Einbaumaße MCL015



Tab. 5-1: Toleranzangaben siehe Motormaßblatt
Einbaumaße und Toleranzen MCL015

5.1.3 Einbaumaße MCL020 ... 070



Toleranzangaben siehe Motormaßblatt

Tab. 5-2: Einbaumaße und Toleranzen MCL020 ... 070



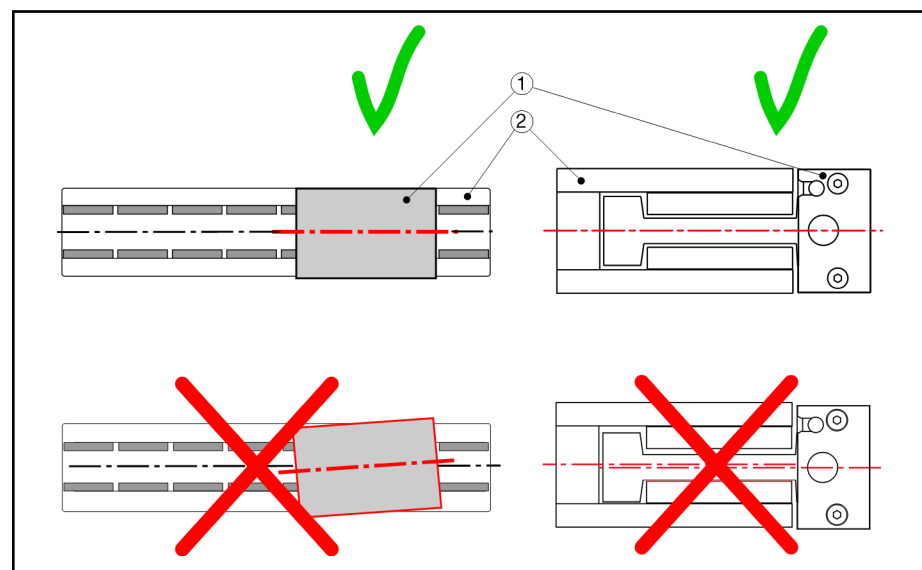
Die vorgegebenen Einbaumaße mit den entsprechenden Toleranzen sind vom Anwender unbedingt über den kompletten Verfahrensweg einzuhalten.

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 Anbringen 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 13](#) auf [Seite 161](#).



- ① Sekundärteil
- ② Primärteil

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

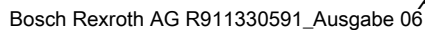


Abb. 5-2:

Maßblatt Primärteil MCP015

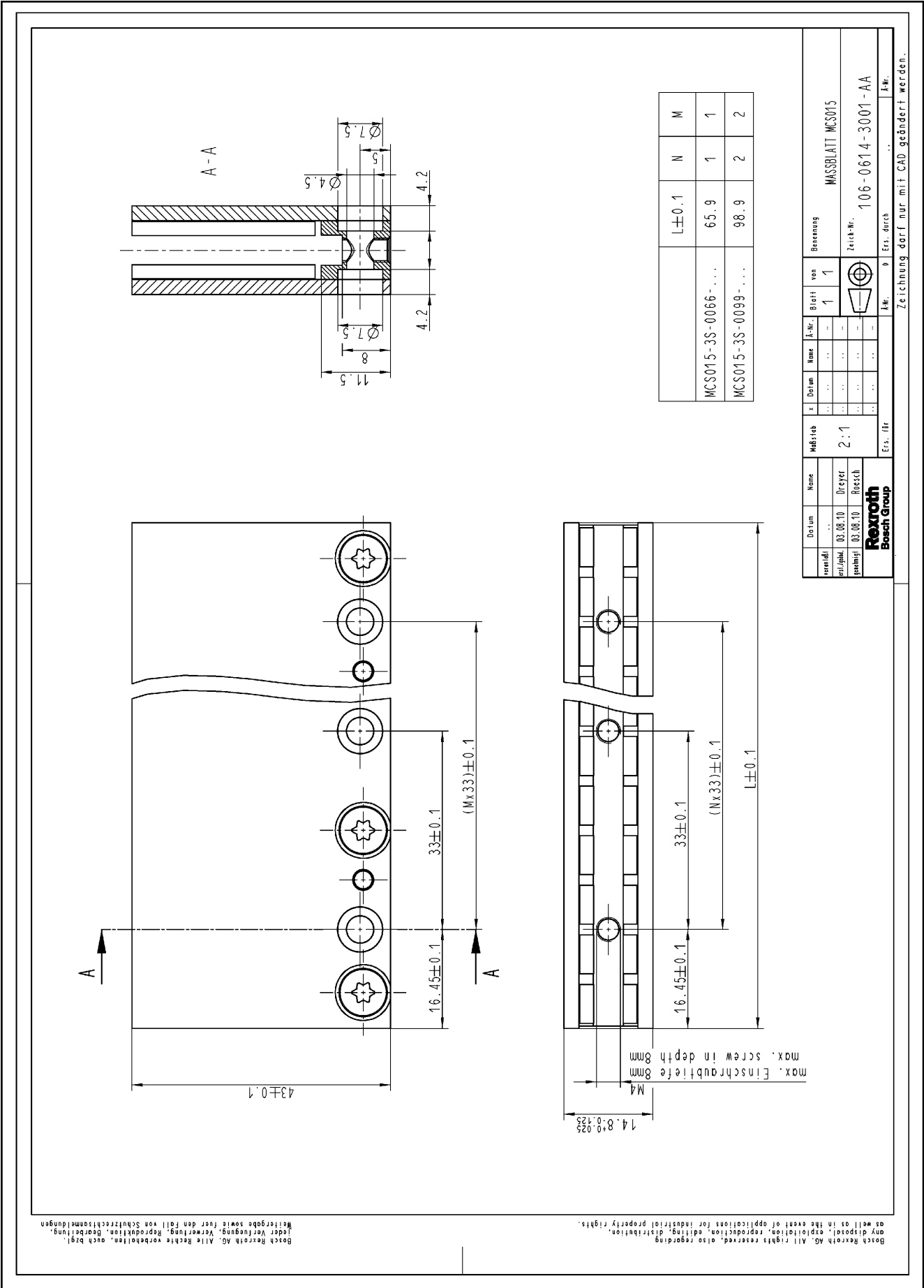
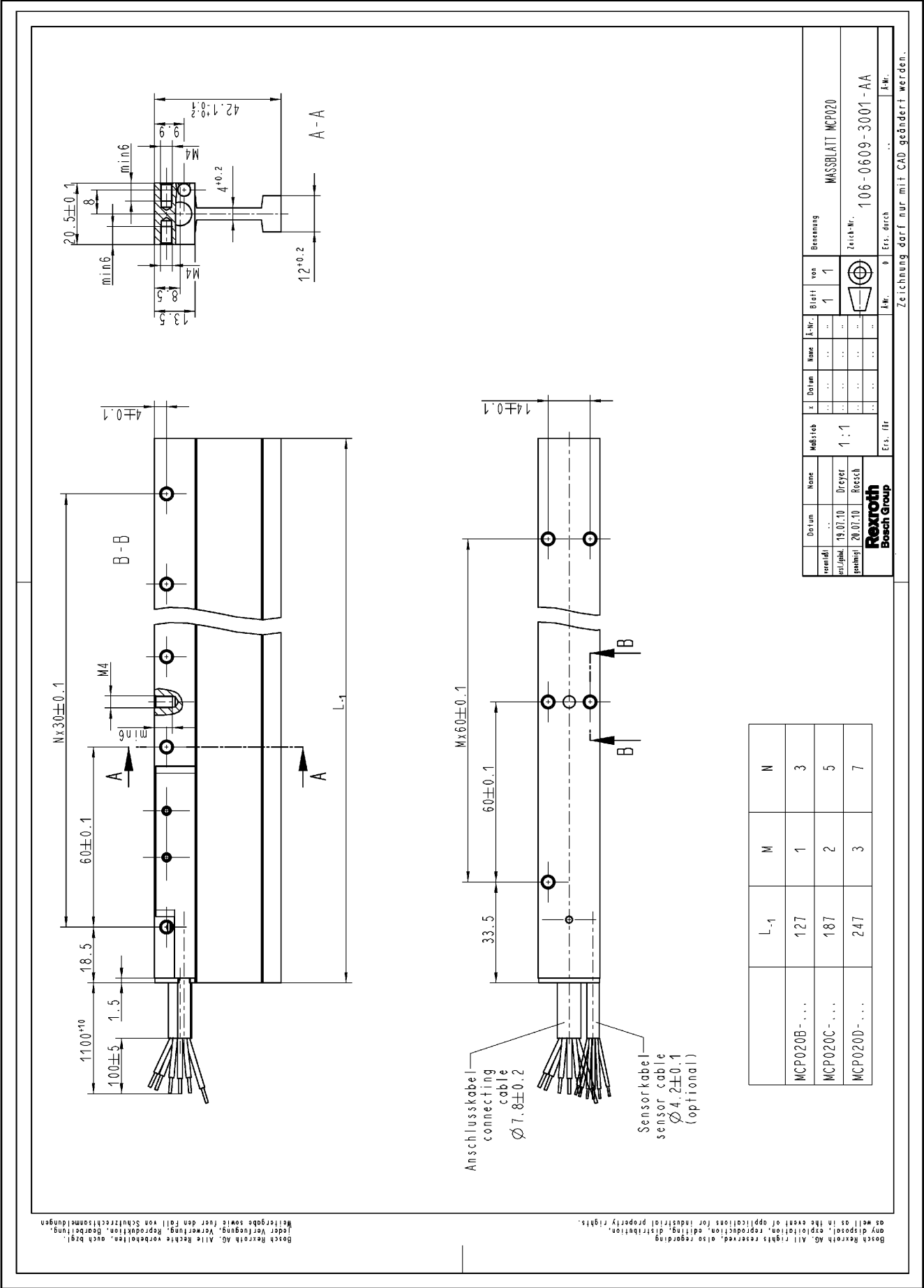


Abb. 5-3: Maßblatt Sekundärteil MCS015

5.3 Maßblätter MCL020



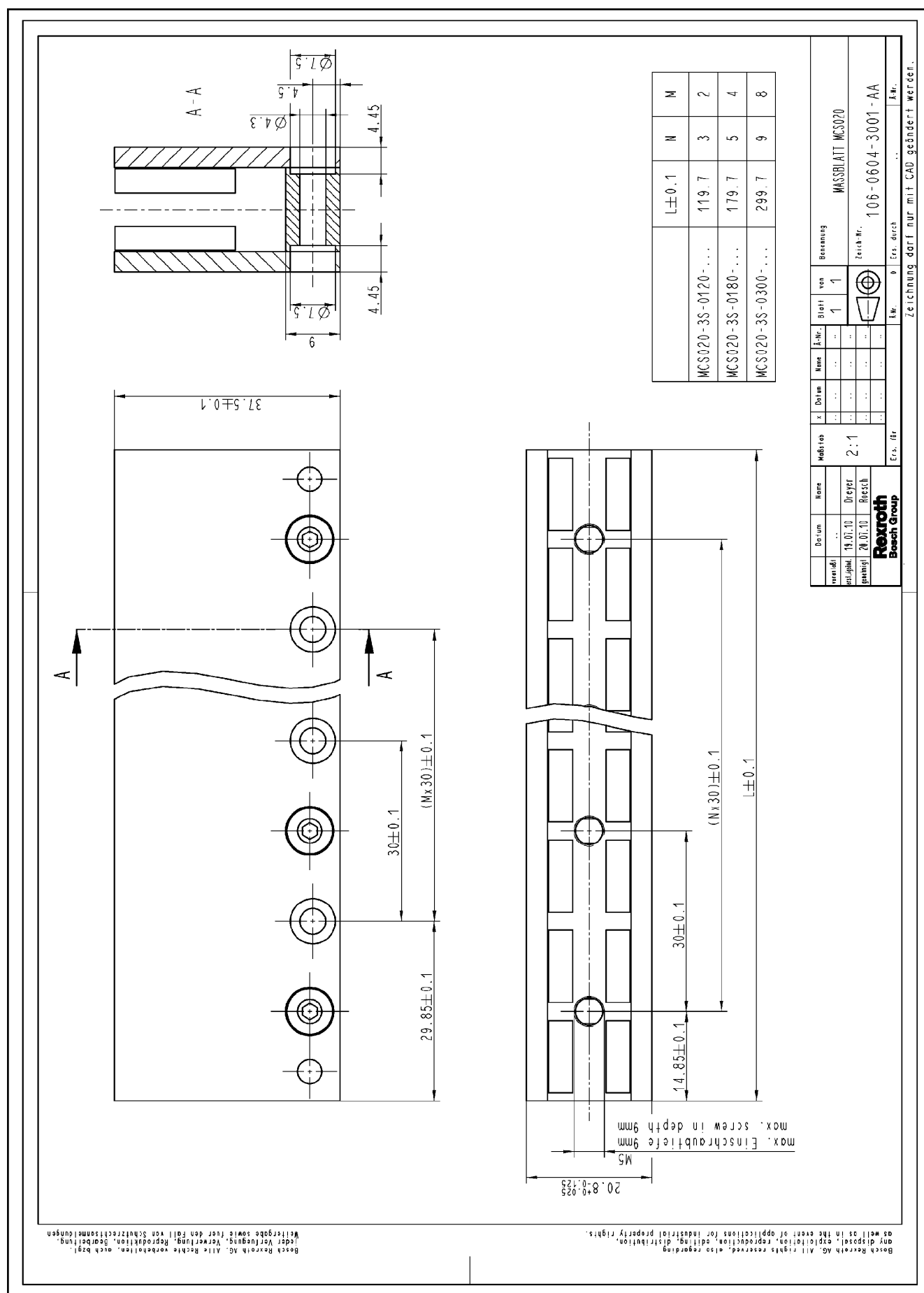


Abb. 5-5:

Maßblatt Sekundärteil MCS020

5.4 Maßblätter MCL030

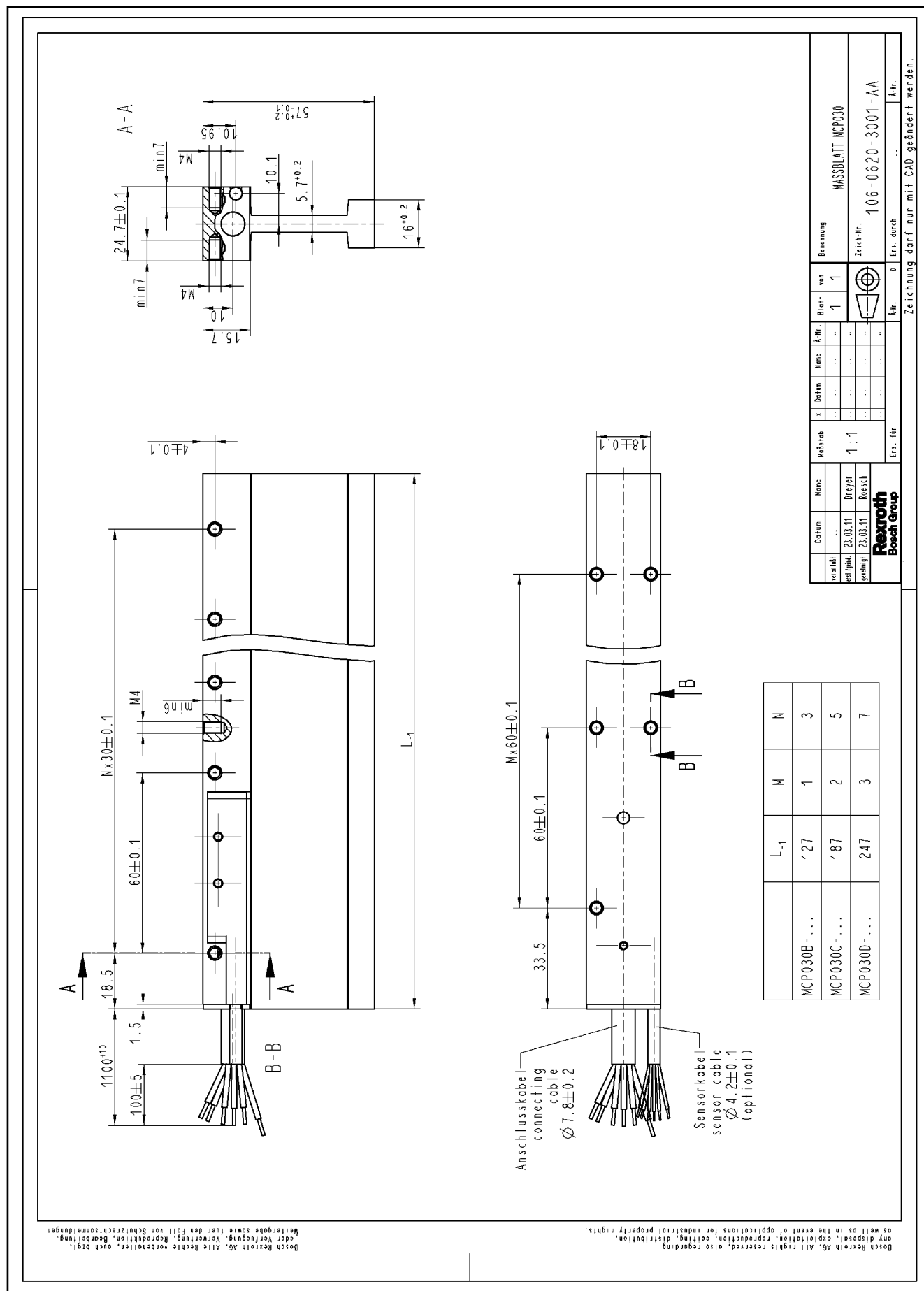


Abb. 5-6:

Maßblatt Primärteil MCP030

5.5 Maßblätter MCL040

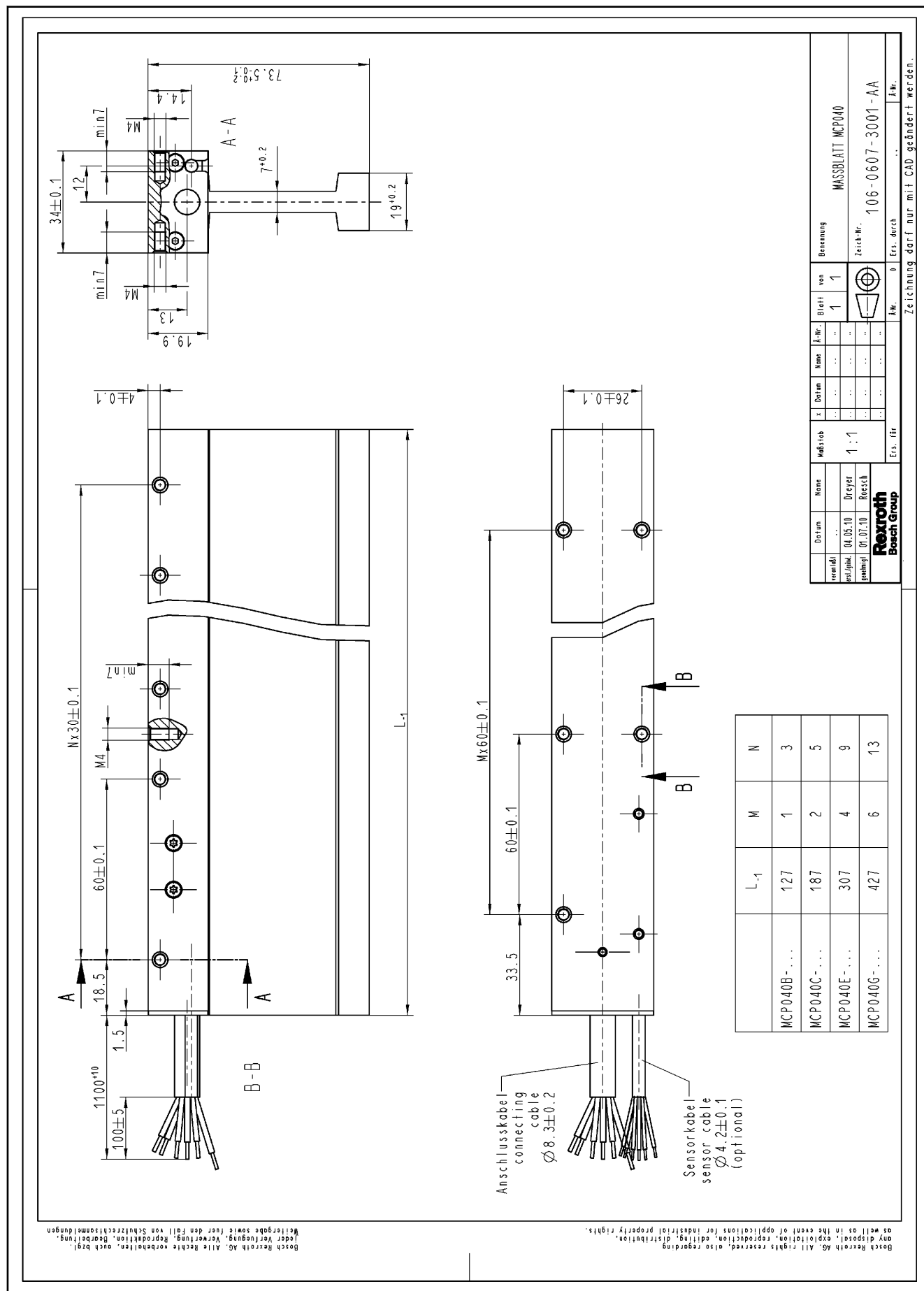
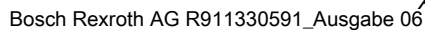


Abb. 5-8:

Maßblatt Primärteil MCP040



Maßblatt Primärteil MCP070

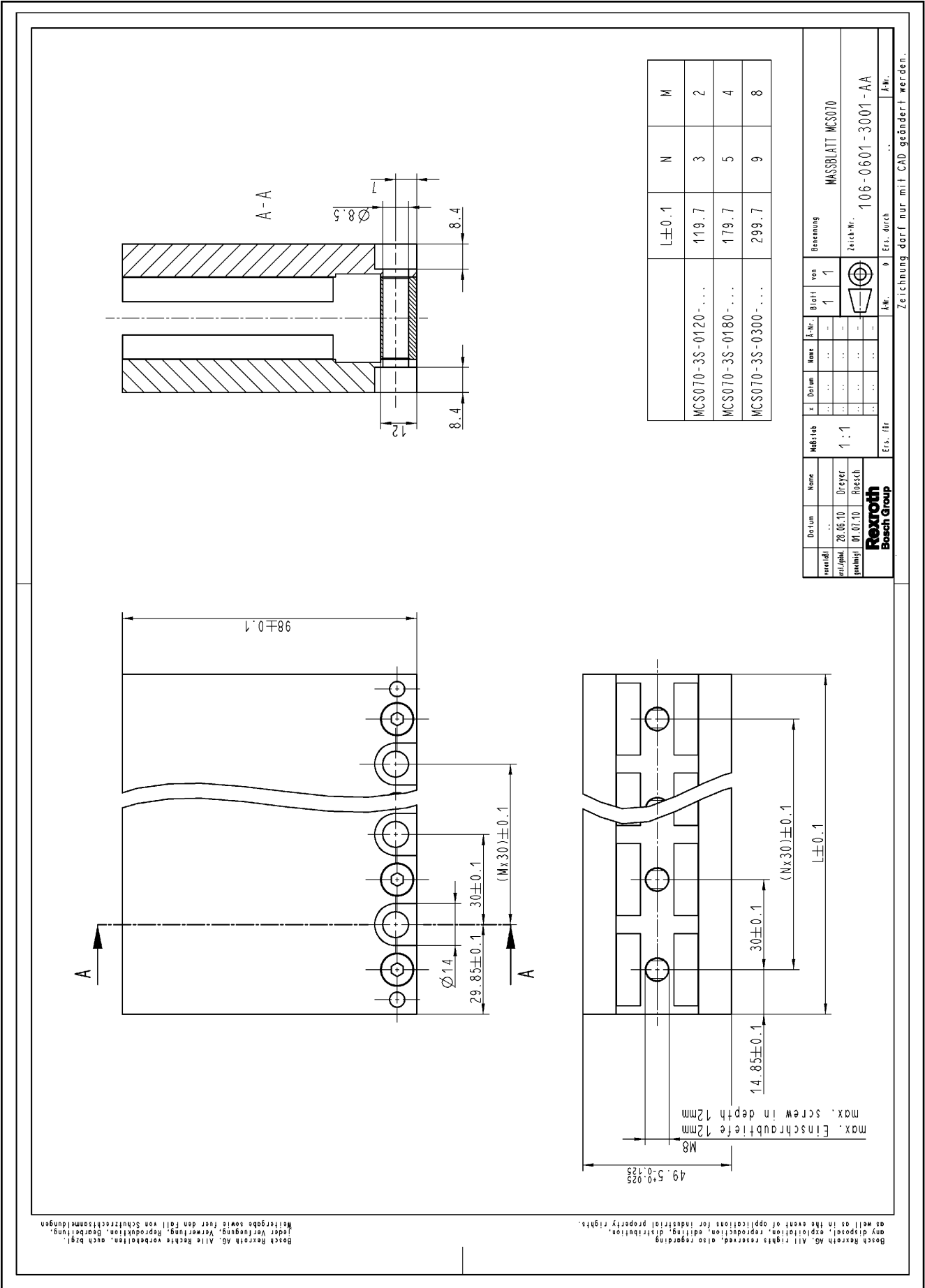


Abb. 5-11: Maßblatt Sekundärteil MCS070

6 Produktidentifikation

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.

Im Folgenden sind anhand eines beispielhaften Motors die Typenschlüssel aufgeführt, mit denen eine exakte Festlegung der Einzelkomponenten (z. B. bei Bestellungen) möglich ist.

Die dazugehörigen Beschreibungen geben einen Überblick über die einzelnen Stellen der Typenschlüssel ("Kurztext-Spalte") und deren Bedeutung.



Berücksichtigen Sie bei der Produktauswahl immer die detaillierten Angaben im [Kap. 4 "Technische Daten" auf Seite 23](#) und [Kap. 9 "Applikations- und Konstruktionshinweise" auf Seite 99](#).

6.1.2 Typenschlüssel Primärteil MCP

Allgemeines

Kurztext-Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Beispiel:	M	C	P	0	4	0	E	0	7	0	-	N	I	-	N	0	C	N	-	N	N	N	N																		

<

Abb. 6-1: Beispiel - Typenschlüssel Primärteil MCP040

Produkt

Kurztext-Spalte 1 2 3 MCP ist die Benennung der Produktgruppe Primärteil eines eisenlosen Linearmotors.

Baugröße

Kurztext-Spalte 4 5 6 Die Motorbaugröße leitet sich aus der aktiven Länge des Motors ab und steht stellvertretend für unterschiedliche Leistungsgrößen.

Baulängen

Kurztext-Spalte 7 Innerhalb einer Baureihe erfolgt die Abstufung zunehmender Motorbaulänge durch Kennbuchstaben.

Wicklung

Kurztext-Spalte 9 10 11 12 Die Angabe der Wicklungsbezeichnung erfolgt mit einem vorangestelltem "V" für eine Zwischenkreisspannung von 300 V_{DC}, mit einem vorangestelltem "L" für eine Zwischenkreisspannung von 48 V_{DC}.

Kühlung

Kurztext-Spalte 14 Primärteile MCP sind nur mit Selbstkühlung erhältlich.

Bauform

Kurztext-Spalte 15 Abhängig von der Baugröße gibt es zwei unterschiedliche Bauformen. Die Bauform leitet sich vom Querschnitt des jeweiligen Primärteils ab und wird durch die Buchstaben "T" und "I" beschrieben.

Halleinheit

Kurztext-Spalte 17 18 Primärteile der Baugrößen 020 bis 070 können optional mit einer Halleinheit zur Lageerfassung ausgestattet werden. In Abhängigkeit von der Baugröße stehen jeweils folgende Halleinheiten mit unterschiedlichen Ausgangssignalen zur Verfügung:

- L1 = analog
- L0 = digital
- N0 = keine

Die Kabelabgangsrichtung der Halleinheit wird zur gleichen Stirnseite wie auch der Leistungsanschluss ausgeführt.

Das erforderliche Längenmesssystem ist nicht Bestandteil des Lieferumfangs von Bosch Rexroth und muss vom Maschinenhersteller bereitgestellt und eingebaut werden.

Elektrischer Anschluss

Kurztext-Spalte 19 20 Alle Primärteile sind mit einem flexiblen und geschirmten Anschlusskabel versehen. Das Anschlusskabel ist fest mit dem Primärteil verbunden und wird bei MCP020 bis MCP070 stirnseitig und beim MCP015 seitlich ausgeführt.

Sonstige Ausführungen

Kurztext-Spalte 22 23 24 25 NNNN = Keine sonstige Ausführung.

6.1.3 Typenschlüssel Sekundärteil MCS

Allgemeines

Kurztext-Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Beispiel:	M	C	S	0	4	0	1	2	0	-	N	N	N	N																										

</

Abb. 6-2: Beispiel - Typenschlüssel Sekundärteil MCS040

Produkt

Kurztext-Spalte 1 2 3

MCS ist die Benennung der Baugruppe Sekundärteil eines eisenlosen Linearmotors.

Baugröße

Kurztext-Spalte 4 5 6

Die Baugröße des Sekundärteils leitet sich aus der aktiven Länge des Motors ab und steht stellvertretend für unterschiedliche Leistungsgrößen.

Mechanische Ausführung

Kurztext-Spalte 8

Die Ziffer **3** steht für die Befestigung des Sekundärteils mit Schrauben.

Mechanischer Schutz

Kurztext-Spalte 9

Um die bestmögliche Betriebszuverlässigkeit zu gewährleisten, werden die Permanentmagnete des Sekundärteils gegen äußere Einflüsse wie Korrosion durch Beschichtung geschützt. Daher ist bei den spezifizierten Umgebungsbedingungen keine zusätzliche Abdeckung erforderlich.

Segmentlänge

Kurztext-Spalte 11 12 13 14

In Abhängigkeit von der Motorbaugröße stehen unterschiedliche Sekundärteillängen zur Verfügung.

Sonstige Ausführung

Kurztext-Spalte 16 17 18 19

NNNN = Keine sonstige Ausführung.

6.1.4 Baugröße 015

© Bosch Rexroth AG 2011

ZN-40037-015_DE_2011-07-22.fh11

Kurztext-Spalte	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	4	0								
Beispiel:	M	C	P	0	1	5	A	-	L	0	4	0	-	N	T	-	N	0	F	N	-	N	N	N	N	N																										

Produkt

MCP = MCP

Baugröße

015 = 015

Baulänge

Baulängen = A, B

Wicklung

MCP015A = L040

MCP015B = L040

Kühlung

Natürliche Konvektion = N

Bauform

T-Form = T

Halleinheit

Ohne = N0

Elektrischer Anschluss

Leitung seitlich herausgeführt = FN

Sonstige Ausführung

Keine = NNNN

Abb. 6-3: Typenschlüssel Primärteil MCP015

ZN-40038-015_NOR_N_DE_2010-02-17.fh11 © Bosch Rexroth AG 2010

Kurztext-Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Beispiel:	M	C	S	0	1	5	-	3	S	-	0	0	6	6	-	N	N	N	N																						

Produkt

MCS = MCS

Baugröße

015 = 015

Mechanische Ausführung

Befestigung durch Schrauben = 3

Bauform

Standard = S

Segmentlänge

Sekundärteillänge 66 mm = 0066

Sekundärteillänge 99 mm = 0099

Sonstige Ausführung

Keine = NNNN

Abb. 6-4: Typenschlüssel Sekundärteil MCS015

[illegible]

© Bosch Rexroth AG 2010

ZN-40038-020_NOR_N_DE_2010-02-17.fh11

Kurztext-Spalte	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	C	S	0	2	0	-	3	S	-	0	1	2	0	-	N	N	N	N																				

Produkt

MCS = MCS

Baugröße

020 = 020

Mechanische Ausführung

Befestigung durch Schrauben = 3

Bauform

Standard = S

Segmentlänge

Sekundärteillänge 120 mm = 0120

Sekundärteillänge 180 mm = 0180

Sekundärteillänge 300 mm = 0300

Sonstige Ausführung

Keine = NNNN

Abb. 6-6: Typenschlüssel Sekundärteil MCS020

[illegible]

ZN-40038-030_NOR_N_DE_2010-10-29.fh11 © Bosch Rexroth AG 2010

Kurztext-Spalte	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:	M	C	S	0	3	0	-	3	S	-	0	1	2	0	-	N	N	N	N	N																												
Produkt																																																
MCS																																																
Baugröße																																																
030																																																
Mechanische Ausführung																																																
Befestigung durch Schrauben =																																																
Bauform																																																
Standard																																																
Segmentlänge																																																
Sekundärteillänge 120 mm																																																
Sekundärteillänge 180 mm																																																
Sekundärteillänge 300 mm																																																
Sonstige Ausführung																																																
Keine																																																

Abb. 6-8: Typenschlüssel Sekundärteil MCS030

6.1.7 Typenschlüssel Baugröße 040

Kurztext-Spalte →

Beispiel: MCP040E - V070 - NI - N0CN - NNNN

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	4	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Produkt

MCP = MCP

Baugröße

040 = 040

Baulänge

Baulängen. = B, C, E, G

Wicklung

MCP040B = V070, V300

MCP040C = V070, V300

MCP040E = V070, V300

MCP040G = V070, V300

Kühlung

Natürliche Konvektion = N

Bauform

I-Form = I

Halleinheit

Digital = L0

Analog = L1

Ohne = N0

Elektrischer Anschluss

Leitung an Stirnseite des Primärteils herausgeführt ... = CN

Sonstige Ausführung

Keine = NNNN

Abb. 6-9: Typenschlüssel Primärteil MCP040

ZN-40038-040_NOR_N_DE_2010-02-17.fn11 © Bosch Rexroth AG 2010

Kurztext-Spalte	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	C	S	0	4	0	-	3	S	-	0	1	2	0	-	N	N	N	N																						

Produkt

MCS = MCS

Baugröße

040 = 040

Mechanische Ausführung

Befestigung durch Schrauben = 3

Bauform

Standard = S

Segmentlänge

Sekundärteillänge 120 mm = 0120

Sekundärteillänge 180 mm = 0180

Sekundärteillänge 300 mm = 0300

Sonstige Ausführung

Keine = NNNN

Abb. 6-10: Typenschlüssel Sekundärteil MCS040

6.1.8 Typenschlüssel Baugröße 070

[illegible]

Abb. 6-11: Typenschlüssel Primärteil MCP070

ZN-40038-070_NOR_N_DE_2010-02-17.fh11 © Bosch Rexroth AG 2010

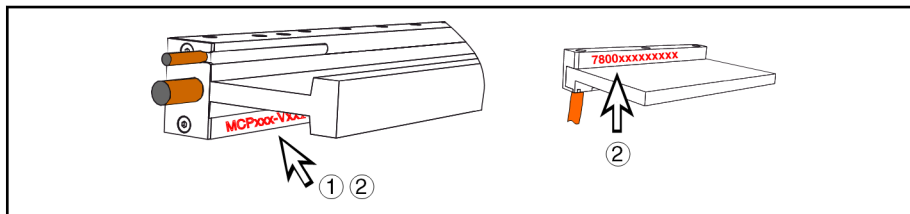
Kurztext-Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	4	0												
Beispiel:	M	C	S	0	7	0	-	3	S	-	0	1	2	0	-	N	N	N	N	N																																				
Produkt																																																								
MCS																																																								
MCS																																																								
Baugröße																																																								
070																																																								
Mechanische Ausführung																																																								
Befestigung durch Schrauben =																																																								
Bauform																																																								
Standard																																																								
Segmentlänge																																																								
Sekundärteillänge 120 mm																																																								
Sekundärteillänge 180 mm																																																								
Sekundärteillänge 300 mm																																																								
Sonstige Ausführung																																																								
Keine																																																								
Keine																																																								

Abb. 6-12: Typenschlüssel Sekundärteil MCS070

6.2 Identifikation

6.2.1 Identifikation Primärteil MCP

Am Primärteil befindet sich eine eingravierte Typkennzeichnung.

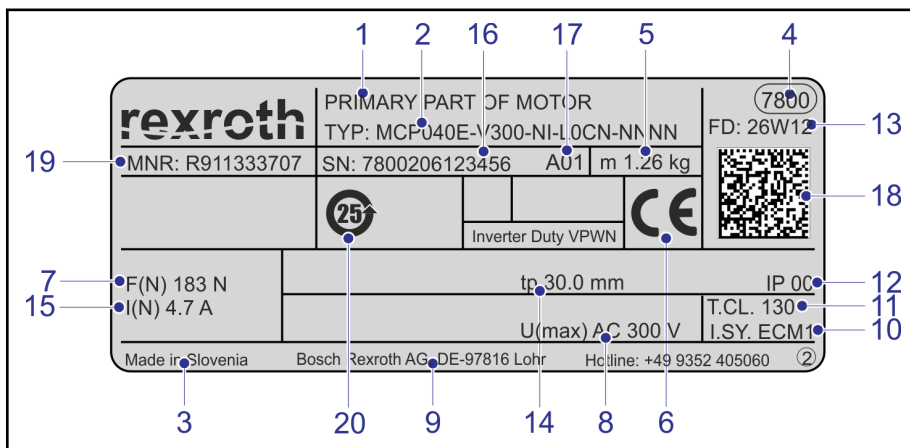


① Typbezeichnung (nicht beim MCP015)

② Seriennummer

Abb. 6-13: Lage der Typkennzeichnung und Seriennummer des Primärteils

Zusätzlich sind dem Primärteil bei Auslieferung zwei identische Typenschilder beigegefügt. Die Typenschilder ermöglichen eine eindeutige Identifikation des Primärteils und können vom Anwender an der Maschine angebracht oder anderweitig verwendet werden.



1 Art des Motors

2 Typenbezeichnung

3 Herkunftsbezeichnung

4 Werknummer

5 Masse des Primärteils

6 CE-Konformitätskennzeichen

7 Bemessungskraft

8 Maximale Eingangsspannung

9 Firmenanschrift

10 Isolationssystem

11 Thermische Klasse

12 Schutzart durch Gehäuse

13 Fertigungsdatum

14 Polteilung

15 Bemessungsstrom

16 Seriennummer

17 Änderungsstand

18 Rexroth-Barcode

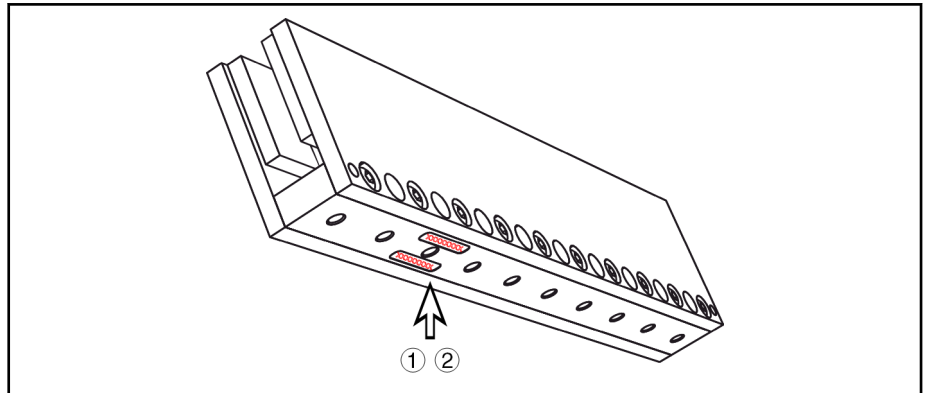
19 Materialnummer

20 China RoHS-Konformitätskennzeichen

Abb. 6-14: Primärteil Typenschildbeispiel

6.2.2 Identifikation Sekundärteil MCS

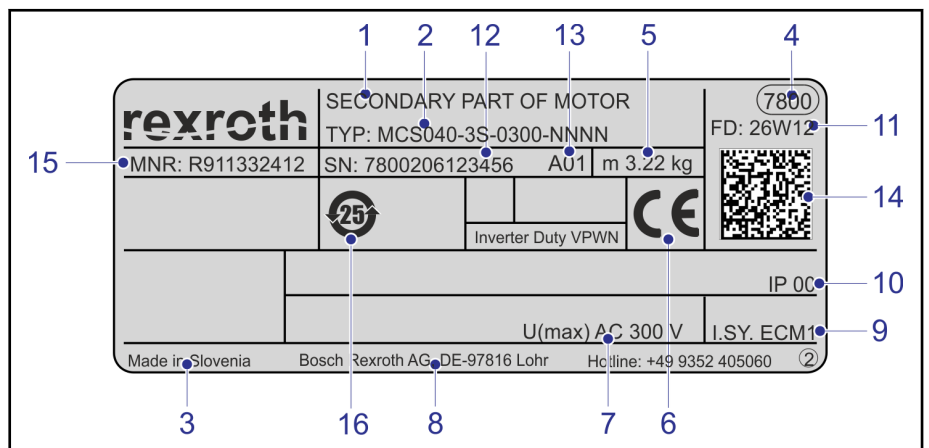
Die Typkennzeichnung mit Seriennummer befinden sich an der Unterseite am Sekundärteil.



- ① Typbezeichnung
② Seriennummer

Abb. 6-15: Lage der Typkennzeichnung und Seriennummer des Sekundärteils

Zusätzlich sind dem Sekundärteil bei Auslieferung zwei identische Typenschilder beigegefügt. Die Typenschilder ermöglichen eine eindeutige Identifikation des Sekundärteils und können vom Anwender an der Maschine angebracht oder anderweitig verwendet werden.



- 1 Art des Motors
- 2 Typenbezeichnung
- 3 Herkunftsbezeichnung
- 4 Werksnummer
- 5 Masse Sekundärteil
- 6 CE-Konformitätskennzeichen
- 7 Maximale Eingangsspannung
- 8 Firmenanschrift
- 9 Thermische Klasse
- 10 Schutzart durch Gehäuse
- 11 Fertigungsdatum
- 12 Seriennummer
- 13 Änderungsstand
- 14 Rexroth-Barcode
- 15 Materialnummer
- 16 China RoHS-Konformitätskennzeichen

Abb. 6-16: Sekundärteil Typenschildbeispiel

6.2.3 Prüfzeichen

Prüfzeichen	Bedeutung
	Konformität mit den einschlägigen EG-Richtlinien.
	EAC ist die Abkürzung für Eurasian Conformity = Eurasische Konformität.
	Konformität entsprechend RoHS und China RoHS2.

Tab. 6-1:

Prüfzeichen am Typenschild

7 Zubehör und Optionen

7.1 Halleinheit

7.1.1 Allgemeines

Für die Ansteuerung von Synchronmotoren ist die absolute Lageinformation bezüglich eines Polpaares bzw. der Polpaarweite 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 seine Kraft entfalten kann.

Beim Einsatz eines inkrementalen Längenmesssystems muss bei jedem Phasenhochschalten des Antriebs die Kommutierung der Achse erfolgen. Dies übernimmt eine antriebsinterne Prozedur. Erst danach ist eine Kraftentwicklung des Motors möglich.



Durch die Halleinheit wird die Kommutierung während der Phasenhochschaltung automatisch ermittelt. Hierfür ist keine Leistungszuschaltung erforderlich (keine Motorbewegung).

Besondere Vorteile bietet die Halleinheit zum Beispiel bei der Kommutierung von Linearmotoren ...

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

7.1.2 Halleinheit Funktionsprinzip

Die Halleinheit (analog oder digital) dient zur bewegungslosen Kommutierung des eisenlosen Linearmotors in Verbindung mit einem inkrementellen Messsystem. Am IndraDrive Cs 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.

Rexroth Linearmotoren der Baureihe MCL020 ... 070 können entsprechend dem Motortypenschlüssel mit oder ohne Halleinheit (siehe [Kap. 6.1.2 "Typenschlüssel Primärteil MCP" auf Seite 63](#)) bestellt werden.



Unabhängig von der ursprünglichen Bestellausführung können die Primärteile der Baugröße 020 ... 070 mit einer separat zu bestellenden Halleinheit nach- oder umgerüstet werden.

Halleinheit analog

Analoge Halleinheiten von Rexroth für MCL erzeugen zwei sinusförmige Signale, die um 120° phasenverschoben sind. Die Ausgangsspannung beträgt abhängig von der Positionierung der Halleinheiten über den Magneten der Sekundärteile maximal $1 V_{SS}$ und wird an den Leitungen gemäß Abb. 7-1 bereit gestellt. Die Spannungsversorgung beträgt 7 ... 20 V. Die Spannungsversorgung muss eine Stromaufnahme der Halleinheit von mindestens 40 mA sicherstellen.

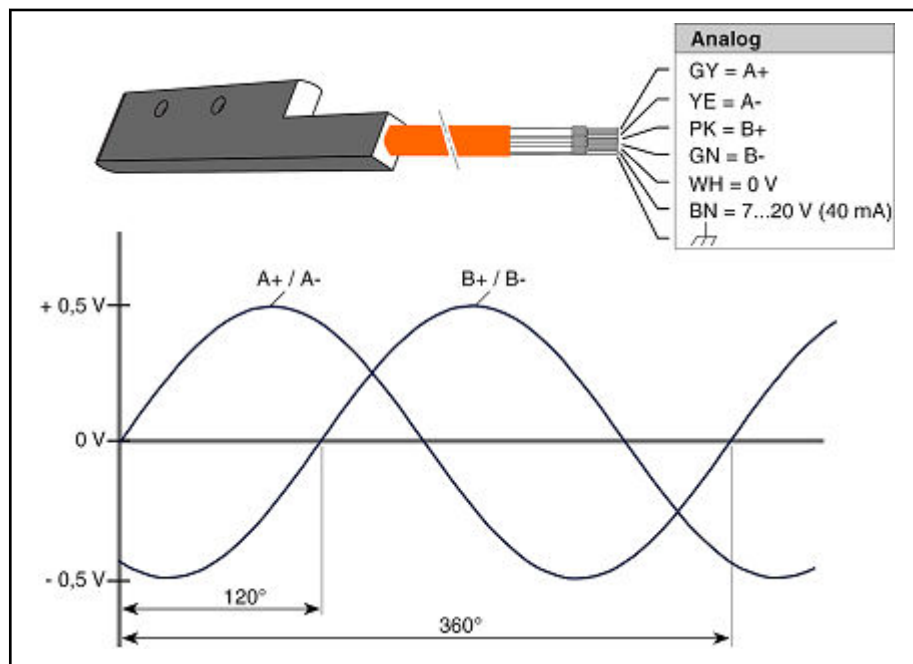


Abb. 7-1: Signalverlauf einer analogen Halleinheit



Bosch Rexroth Regelgeräte verwenden für die analogen Halleinheiten eine Versorgungsspannung von 12 V.

Halleinheit digital

Digitale Halleinheiten von Rexroth für MCL erzeugen drei rechteckförmige Signale, die um 120° phasenverschoben sind. Die Signale aus der Open-Collector-Schaltung werden an den Leitungen gemäß Abb. 7-2 bereit gestellt. Die Spannungsversorgung beträgt 3 ... 24 V. Die Spannungsversorgung muss eine Stromaufnahme der Halleinheit von mindestens 40 mA sicherstellen.

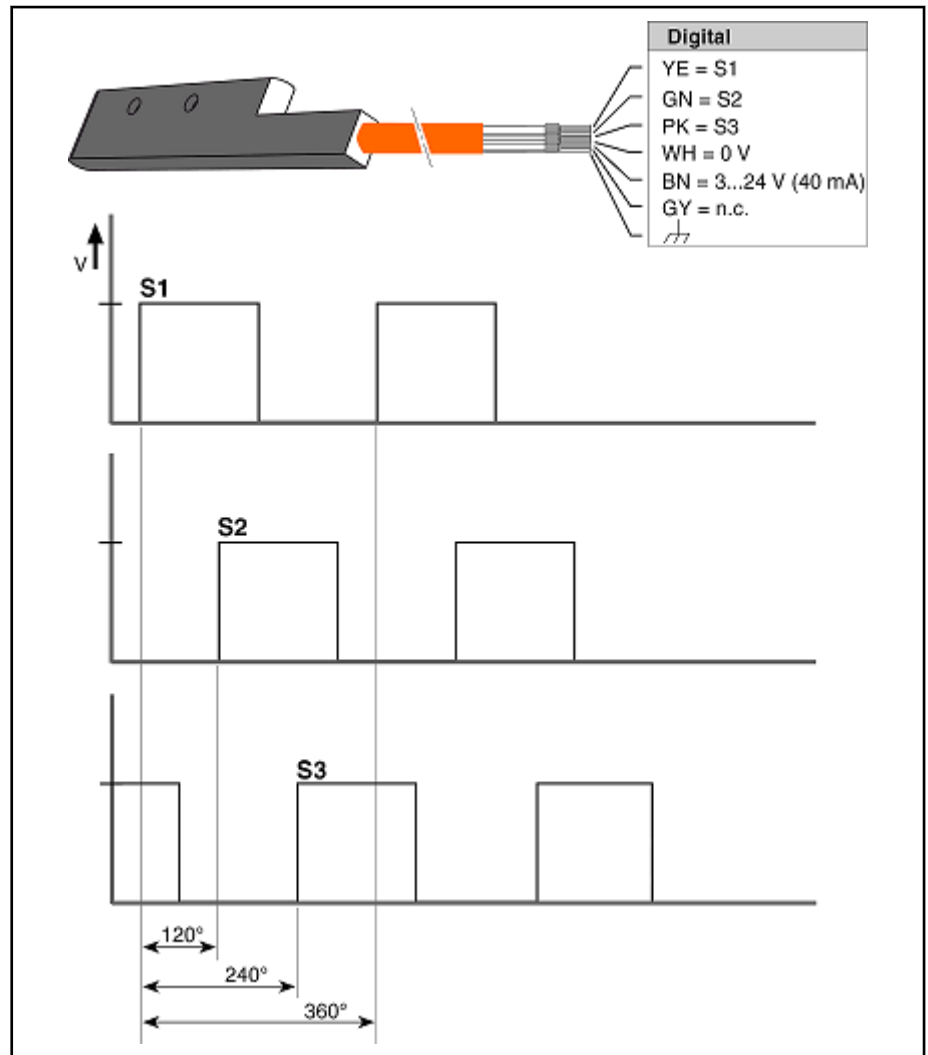


Abb. 7-2: Signalverlauf einer digitalen Halleinheit



Die Signalhöhe der digitalen Halleinheit ist abhängig von der Versorgungsspannung der Open-Collector-Schaltung. Bosch Rexroth Regelgeräte verwenden eine Versorgungsspannung von 5 V.

7.1.3 Halleinheit Montage/Demontage



Die Halleinheit ist ein ESD-gefährdetes Bauteil. Treffen Sie vor dem Anschluss der Halleinheit Maßnahmen zum ESD-Schutz (ESD, engl. = electrostatic discharge).

Wird eine Halleinheit am Primärteil nachgerüstet oder ausgetauscht, muss zunächst ein Dummy oder die auszuwechselnde Halleinheit im Einbauraum des Sensors entfernt werden. Zum leichten Herausdrücken des Dummies bzw. der Halleinheit wird eine kleine Hilfsvorrichtung in der Zubehörlieferung zur Verfügung gestellt. Die vorhandenen Befestigungsschrauben können zur Montage der neuen Halleinheit weiter verwendet werden. Beachten Sie beim Anziehen der Befestigungsschrauben, dass das zulässige Anzugsmoment (siehe Abb. 7-1) nicht überschritten wird. Ein zu hohes Anzugsmoment könnte das Befestigungsgewinde der Halleinheit beschädigen und diese dadurch unbrauchbar machen.

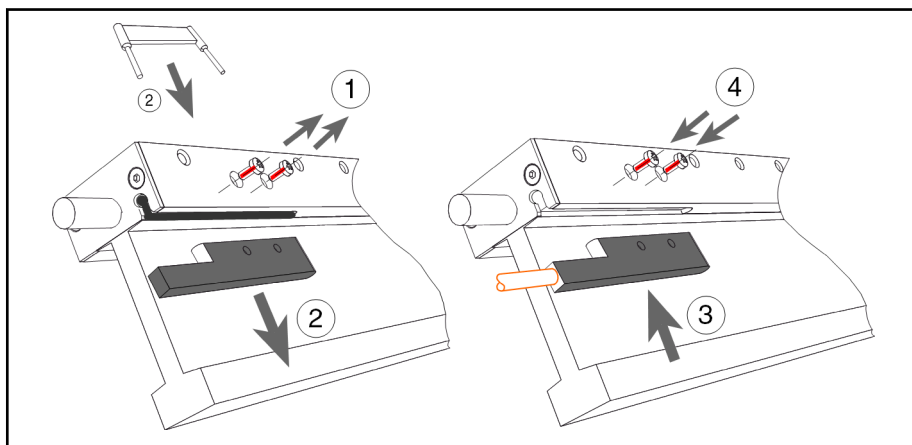


Abb. 7-3: Halleinheit Montage/Demontage

1. Lösen Sie die beiden Befestigungsschrauben. Bewahren Sie diese zum Befestigen der neuen Halleinheit auf. Bei Verlust der Befestigungsschrauben dürfen ausschließlich Schrauben gleicher Ausführung (siehe Abb. 7-1) verwendet werden!
2. Drücken Sie den Dummy oder die Halleinheit mittels der Hilfsvorrichtung aus dem Einbauraum und entnehmen diese.
3. Montieren Sie die neue Halleinheit.

Halleinheitmontage - Schraubenanzugsmomente

Halleinheit am	Schraubengröße	Festigkeitsklasse	Anzugsmoment
MCP020	M2,5x16 (DIN EN ISO 7045 - Torx)	8.8	0,8 Nm
MCP030	M2,5x5 (DIN EN ISO 7045 - Torx)		
MCP040	M2,5x5 (DIN EN ISO 7045 - Torx)		
MCP070	M2,5x8 (DIN EN ISO 7045 - Torx)		

Tab. 7-1: Anzugsmomente Halleinheit

7.1.4 Bestellbezeichnung separate Halleinheit

Primärteil MCP...	Bestellbezeichnung Halleinheit	
	Analog	Digital
015	keine Halleinheit verfügbar	
020	SUP-E01-A15-MCP020 (R911335794)	SUP-E01-D15-MCP020 (R911335797)
030 ... 070	SUP-E01-A30-MCP030/040/070 (R911335796)	SUP-E01-D30-MCP030/040/070 (R911335798)

Tab. 7-2: Bestellbezeichnung Halleinheit

7.2 Halleinheit-Adapterbox SHL03.1 für digitale Halleinheit

7.2.1 Allgemeines Funktionsprinzip

Werden Rexroth Linearmotoren der Baureihe MCL020 ... 070 am IndraDrive Cs 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 IndraDrive Cs vorgesehene Schnittstelle zusammengeführt.



Eine mögliche Verschaltung mit Rexroth Kabeln ist unter [Kap. 8.3.4 "Anschluss digitale Halleinheit"](#) auf Seite 95 beschrieben.

7.2.2 Bestellbezeichnung

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

Tab. 7-3: Bestellbezeichnung Adapterbox SHL03.1

8 Anschlusstechnik

8.1 Hinweise

HINWEIS

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

MCL-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 MCL-Motoren ein umfassendes Programm an konfektionierten Kabeln, die optimal auf die Produkte und die unterschiedlichsten Anforderungen abgestimmt sind.

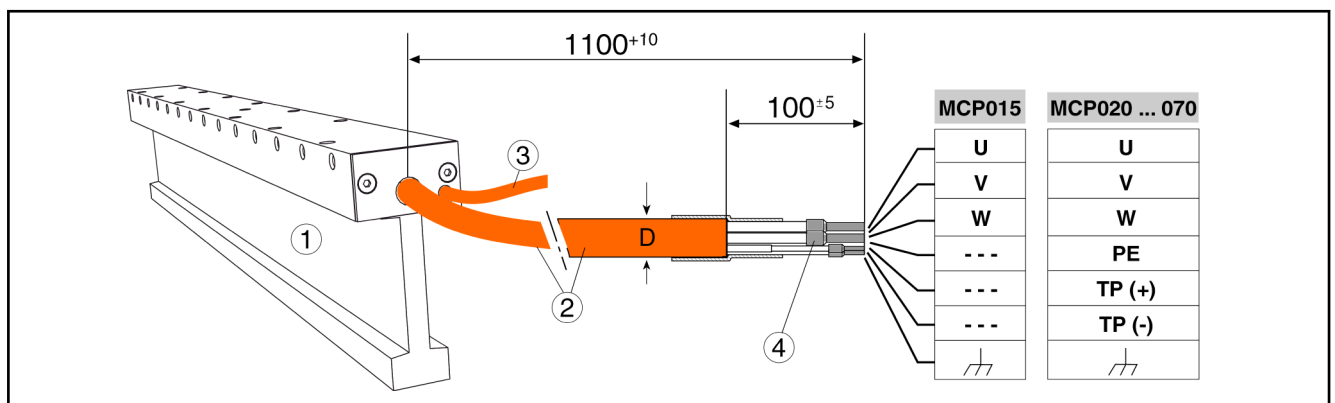


Beachten Sie, dass selbstkonfektionierte Kabel oder Kabelsysteme anderer Hersteller diese Anforderungen unter Umständen nicht erfüllen. Daraus resultierende Störungszustände oder Schäden liegen nicht im Verantwortungsbereich von Rexroth.

8.2 Leistungsanschluss

8.2.1 Anschlusskabel am Primärteil

Primärteile der MCL-Motoren sind mit einem hochflexiblen und gesamtgeschirmten Anschlusskabel versehen. Dieses Anschlusskabel ist fest mit dem Primärteil verbunden und hat eine Länge von ca. 1100 mm.



- ① Primärteil MCP
- ② Anschlusskabel Leistung
- ③ Anschlusskabel Halleinheit (Optional bei MCP020 ... 070; siehe [Abb.8-8](#))
- ④ Litzen mit Aderendhülsen (Aderkennzeichnung nach DIN EN 60445)

Abb. 8-1: Ausführung des Anschlusskabels (Leistung) am Primärteil MCP

Aderkennzeichnung am Anschlusskabel Leistung

Bezeichnung	MCP015 ¹⁾	MCP020 ... 070 ¹⁾	
U	BN (YE)	1	BN (YE)
V	BK (GN)	2	BK (GN)
W	GY (BU)	3	GY (BU)
PE	nicht vorhanden	GNYE	
TP(+)	nicht vorhanden	7	PK
TP(-)	nicht vorhanden	8	WH (GY)
Schirm	Schirm	Schirm	

- 1) In Klammern gestellte Farben können übergangsweise noch vorhanden sein.

Tab. 8-1: Aderkennzeichnung (Leistung) an Primärteilen MCP



GEFAHR

Überschreitung von Spannungsgrenzen!

Bei Verwendung von Wechselspannungen > 50 V oder Gleichspannungen > 120 V (DIN IEC 60364-4-41) ist beim MCP015 eine geeignete Verbindung mit dem Schutzleiter über den Primärteilträger vorzusehen!

Technische Daten Anschlusskabel Leistung

Baugröße	Anschlusskabel ¹⁾ (Rohkabel)	Durchmesser [D in mm]	Querschnitt Leistungsadern [mm²]	Querschnitt Steueradern [mm²]	Kupplung	Flanschdose
MCP015	REL0010	4,2 ±0,1	3 x 0,14	- / -	nicht verfügbar	nicht verfügbar
MCP020	REL0011	7,8 ±0,2	4 x 0,5	2 x 0,14	RLS1722/CM50 (R911340201)	RLS1703/C01 (R911388339)
MCP030					RLS1722/CM07 (R911373943)	RLS1703/C01 (R911388339)
MCP040	REL0012	8,3 ±0,2	4 x 0,75			
MCP070C/D/F						
MCP070M	INK0650	12,2 ±0,5	4 x 1,5	4 x 0,75 (nur 2 Adern werden benötigt und vom Tempe- ratursensor he- rausgeführt)	RLS1712/CM01 (R911381140)	RLS2303/C02 (R911381141)

- 1) Max. zulässiger Biegeradius [R]: bei fester Verlegung 5 x D;
bei flexibler Verlegung 7,5 x D

Tab. 8-2: Anschlusskabel Leistung an Primärteilen MCP

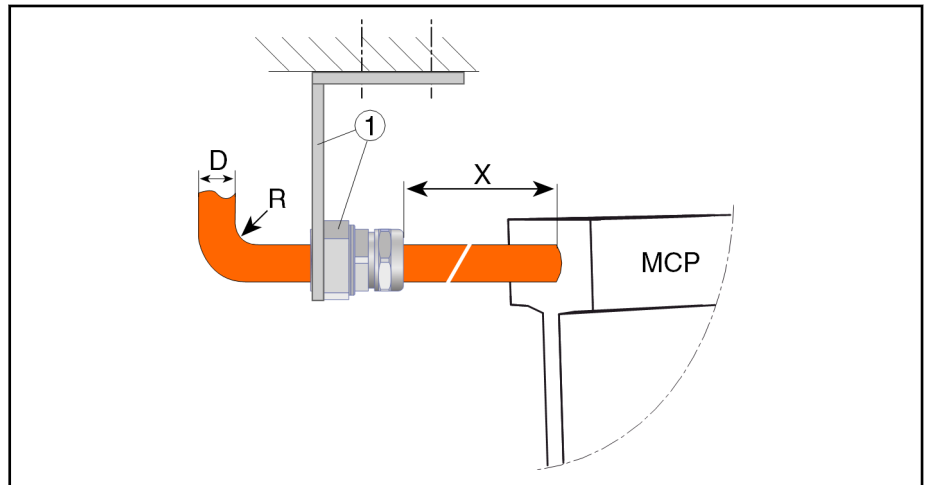
Verlegung des Anschlusskabels

Das Anschlusskabel ist fest am Primärteil vergossen und endet mit offenen Kabelenden, versehen mit Aderendhülsen. Es wird empfohlen, das Anschlusskabel in fester Verlegung auf bereit zu stellende Verbindungsstelle, z. B. Gerätestecker oder Klemmenkasten zu führen. Stecker oder Klemmenkasten müssen ebenfalls fest mit der Maschinenkonstruktion verbunden sein. Ab dieser Verbindungsstelle kann dann die Leistungszuführung mit einem geeigneten weiterführendem Leistungskabel durch die Energiekette bzw. die Maschinenkonstruktion gelegt werden.

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.8-2](#)) versehen werden, um das Kabel und das Primärteil vor irreparablen Schäden (z. B. Kabelbruch) zu schützen.



Maß "x" Mindestabstand 5 mm

① Zugentlastung des Anschlusskabels am Primärteil MCP

D Durchmesser Anschlusskabel - siehe [Abb.8-2](#) und [Abb.8-3](#)

R Zulässigen Biegeradius des Anschlusskabels beachten (siehe [Tab. 8-2](#))

Abb. 8-2: Beispiel für Zugentlastung des Anschlusskabels

Erdungsanschluss

Ist die Erdung der Sekundärteile durch den Einbau in die kunden-seitige Maschinenkonstruktion nicht gewährleistet, ist diese nach DIN VDE 0100-410 mit dem Potenzial des Schutzleiters zu verbinden.

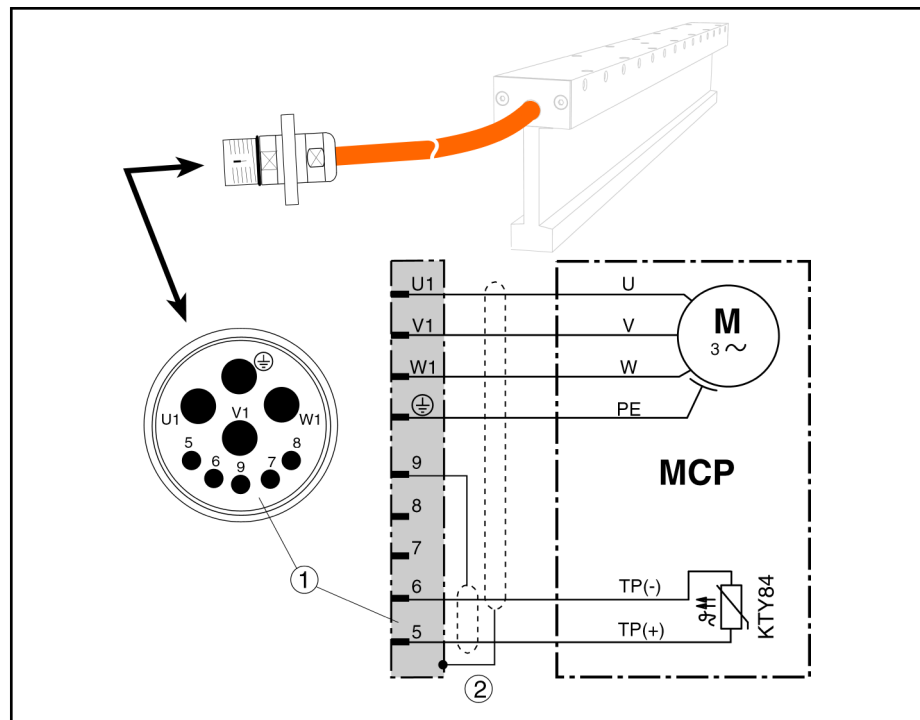
8.2.2 Konfektionierung des Anschlusskabels am Primärteil

Zum Anschluss der Primärteile MCP an Rexroth Regelgeräte bietet Bosch Rexroth entsprechend konfektionierte Leistungskabel an. Siehe hierzu auch [Kapitel 8.2.3](#).

Um das Primärteil mit dem Leistungskabel verbinden zu können, muss an das Anschlusskabel ein Gerätestecker (RLS1704) montiert werden. An diesen Gerätestecker können die konfektionierte Leistungskabel von Rexroth angeschlossen werden.



Die Zuordnung der Leistungskabel ergibt sich aus der Motor-Regelgeräte-Kombination und ist in [Tab. 10-2 "Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit IndraDrive Cs"](#) auf Seite 138 ersichtlich.



- ① Leitungsstecker RLS1704; Aderkennzeichnung (motorseitig) siehe [Abb.8-1](#)
- ② Gesamtschirm über die Kabelverschraubung mit dem Steckergehäuse verbinden

Abb. 8-3: RLS1704 Anschlussbelegung an Anschlusskabel MCP



Beachten Sie die Konfektionierungsanleitung, die mit dem Leitungsstecker geliefert wird.

8.2.3 Anschluss Leistung

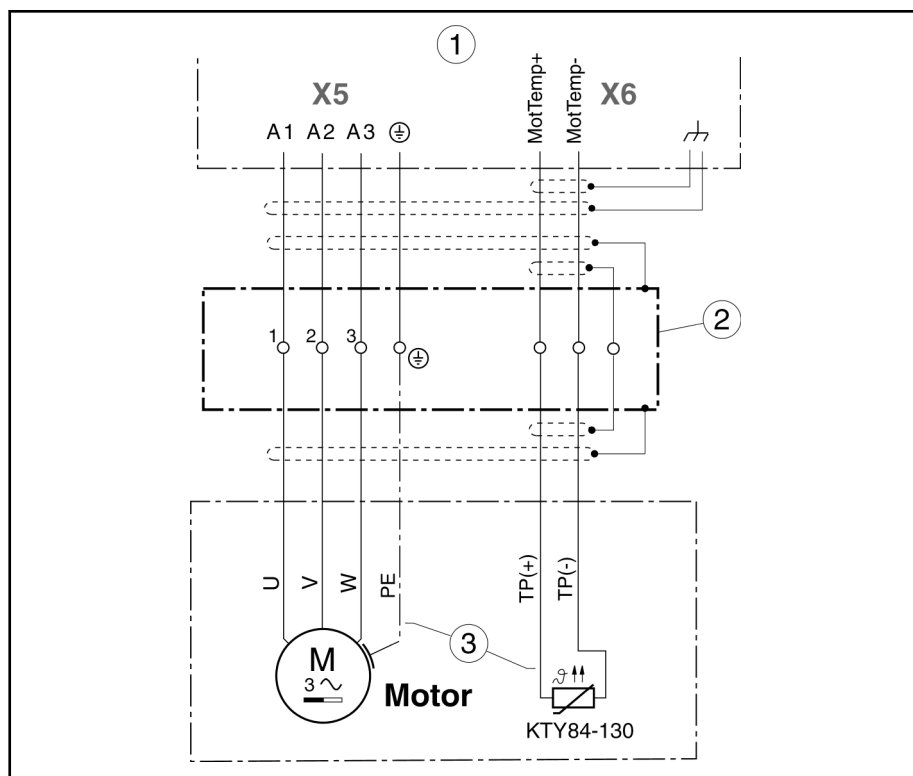
Zum Anschluss der Motoren stellt Bosch Rexroth konfektionierte Leistungskabel zur Verfügung. Die Kabel mit der Bezeichnung RKL4800, RKL4801, RKL4802, RKL4803 und INK0650 sind optimal auf die Produkte und die unterschiedlichsten Anforderungen abgestimmt sind.



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.

Sie finden weiterführende Informationen...

- zur **Auswahl** von Leistungs- und Geberkabeln Rexroth Motoren in der Dokumentation "Rexroth Anschlusskabel IndraDrive und IndraDyn" (DOK-CONNEC-CABLE*INDRV-AU□□-□□-**P**).
- zu "**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)** bei Antriebs- und Steuerungssystemen" (DOK-GENERL-EMV*****-PR□□-□□-**P**).



- ① Rexroth Regelgerät
 ② Verbindungsstelle (Klemmenkasten)
 ③ Temperatursensor und Erdungslitze sind nur bei Baugröße MCP020 ... 070 vorhanden. Beim MCP015 muss gemäß DIN EN 61140 ggf. bei Betrieb an Spannungen oberhalb der Schutzkleinspannung ein separater Schutzleiter mit dem Primärteilträger verbunden werden.

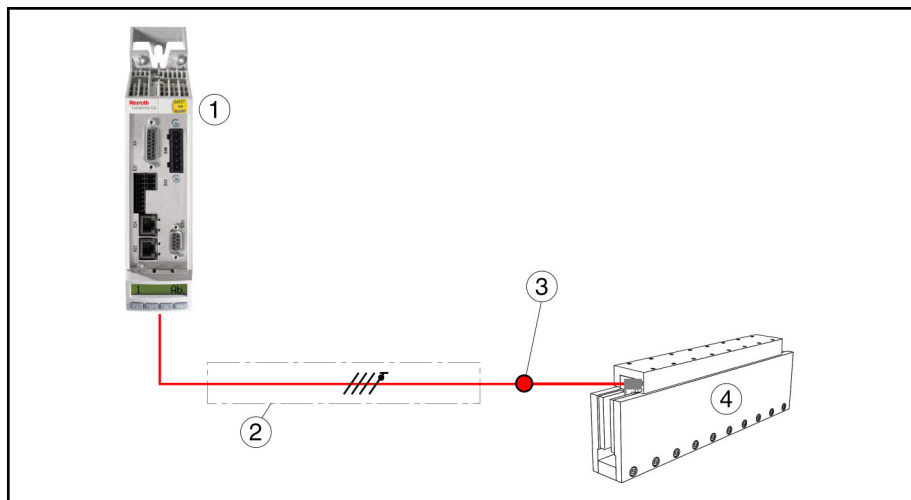
Abb. 8-4: Leistungsanschluss am Antriebsregelgerät

Anschluss Leistungskabel in Abhängigkeit von der Primärteilausrichtung bei Parallelschaltung

Der Anschluss (Phasenfolge) der Leistungsadern des Anschlusskabels am Antriebsregelgerät ist bei der Parallelschaltung von zwei Primärteilen abhängig von der Richtung des Kabelabganges. Beachten Sie die Hinweise zum Anschluss der Leistungsadern im [Kapitel auf Seite 118](#).

8.2.4 Verlegung des Leistungsanschlusses

Verlegungsart bei Motor-Einzelanordnung



- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Verbindungspunkt (Stecker oder Klemmenkasten)
- ④ Motor

Abb. 8-5: Motor-Einzelanordnung

Paralleler Motoranschluss

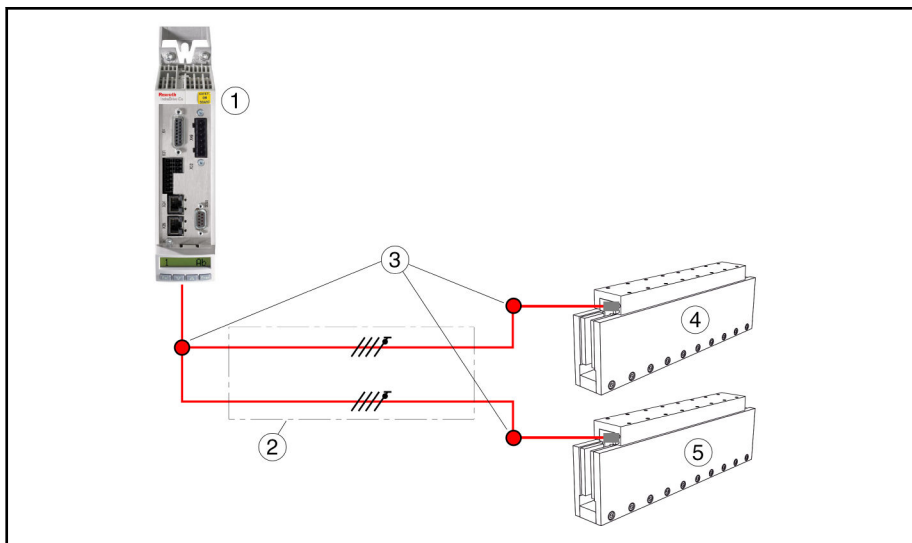
Bei parallelem Motoranschluss an einem Antriebsregelgerät bestehen folgende Möglichkeiten den Motoranschluss auszuführen:

- Verlegung mit zwei getrennten Leistungskabeln
- Verlegung mit einem gemeinsamen Leistungskabel



Beschreibungen der Leistungskabel erfolgen in der Dokumentation "Rexroth Anschlusskabel", Mat.-Nr. R911322948 (DE) bzw. R911322949 (EN).

Parallelschaltung, Verlegungsart getrennte Leistungskabel



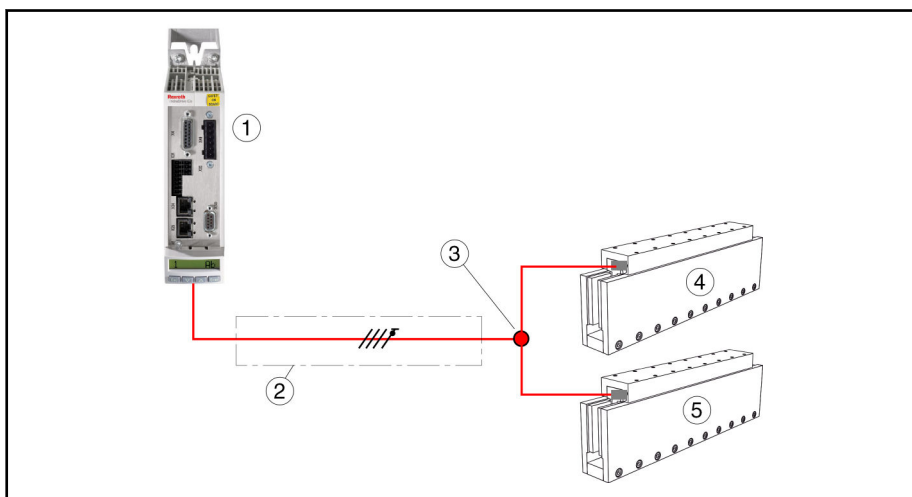
- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Verbindungspunkte (Stecker bzw. Klemmenkasten)
- ④ Motor 1
- ⑤ Motor 2

Abb. 8-6: Parallelschaltung, getrennte Leistungskabel

Parallelschaltung, Verlegungsart gemeinsames Leistungskabel



Bei dieser Verlegungsart (gemeinsames Leistungskabel) können größere Leistungsaderquerschnitte erforderlich sein. Beachten Sie bei der Auswahl des Leistungskabels die Strombelastbarkeit in Abhängigkeit vom Nennstrom der Motoren.



- ① Antriebsregelgerät
- ② Energiekette
- ③ Verbindungspunkt (Klemmenkasten)
- ④ Motor 1
- ⑤ Motor 2

Abb. 8-7: Parallelschaltung, gemeinsames Leistungskabel

8.3 Sensorik

8.3.1 Anschluss Temperatursensor

Alle Primärteile - bis auf Baugröße MCP015 - sind mit einem PTC-Temperatursensor **KTY84-130** ausgestattet. Der Temperatursensor ist fest in die Motorwicklung eingebaut und dient der Wicklungstemperaturmessung. Der Temperatursensor alleine bietet keinen sicheren Schutz der Wicklung vor thermischer Überlastung. Die thermische Überwachung des Motors hat deshalb zusätzlich durch ein funktionstüchtiges Temperaturmodell im Regelgerät zu erfolgen.

Achten Sie beim Anschluss des KTY84-130 auf die richtige Polarität der Anschlussadern. Die Aderkennzeichnung finden Sie unter [Abb.8-1](#).

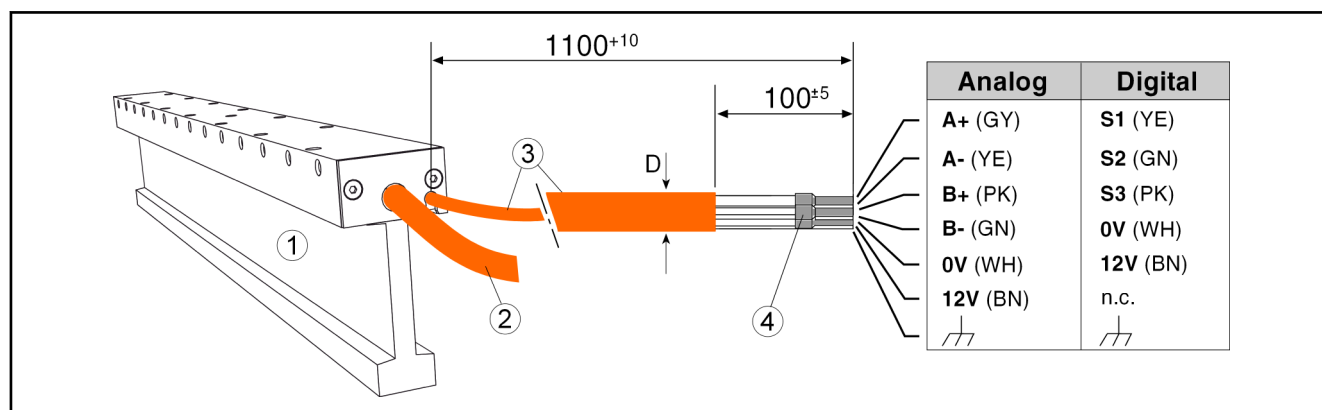
Zusätzliche Informationen zum Temperatursensor finden Sie in [Kap. 9.10 "Motortemperaturüberwachung"](#) auf Seite 110.



- Der KTY84-130 ist ein ESD-gefährdetes Bauteil! Aus diesem Grund sind die Litzen des Sensors am Anschlusskabel mit einer Schutzfolie geschützt. Treffen Sie vor dem Anschluss des Sensors Maßnahmen zum ESD-Schutz (ESD, engl. = electrostatic discharge).
- Die verwendeten Temperatursensoren sind gemäß DIN EN 50178 doppelt bzw. verstärkt isoliert, so dass gemäß DIN EN 61800-5-1 Schutztrennung vorliegt.

8.3.2 Anschluss Halleinheit

Motoren mit Halleinheit besitzen ein zusätzliches Kabel zum Anschluss des Sensors. Dieses Kabel befindet sich neben dem Anschlusskabel für die Leistung. Nach dem Motoreinbau kann das Kabel der Halleinheit auf die gewünschte Länge gekürzt und z.B. mit einem D-Sub-Stecker, 9-polig (Stifte) versehen werden. Siehe hierzu auch [Kap.8.3.3](#).



- ① Primärteil MCP
 ② Anschlusskabel Leistung (siehe [Kap. 8.2.1 "Anschlusskabel am Primärteil"](#) auf Seite 85)
 ③ Anschlusskabel Halleinheit (Optional bei MCP020 ... 070)
 ④ Litzen mit Aderendhülsen

Abb. 8-8: Aderkennzeichnung Anschlusskabel Halleinheit

Anschlusskabel Halleinheit

Motorbaugröße	Durchmesser [D]	Querschnitt Steueradern [mm²]	zulässiger Biegeradius [R]*
MCP020 ... 070	4,2 ±0,1	6 x 0,14	- bei fester Verlegung 5 x D - bei flexibler Verlegung 7,5 x D

*) Siehe Hinweise zum Biegeradius unter [Abb.8-2](#)

Tab. 8-3: Anschlusskabel Halleinheit an Primärteilen MCP020 ... 070

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!

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. 8-2](#)) versehen werden, um das Kabel und den Hallsensor vor irreparablen Schäden (Kabelbruch) zu schützen.

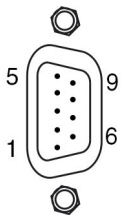


Die Halleinheit ist ein ESD-gefährdetes Bauteil. Aus diesem Grund sind die Aderenden am Anschlusskabel mit einer Schutzfolie geschützt. Treffen Sie vor dem Anschluss der Halleinheit Maßnahmen zum ESD-Schutz (ESD, engl. = electrostatic discharge).

Weitere Hinweise über die Halleinheiten finden Sie unter [Kap. 7.1 "Halleinheit"](#) auf Seite 79.

8.3.3 Konfektionierung des Halleinheit-Anschlusskabels

Bevor die Halleinheit am Rexroth Regelgerät oder an der Adapterbox SHL03.1 angeschlossen werden kann, muss am Anschlusskabel der Halleinheit ein 9-poliger D-Sub-Stecker (RGS0005) angebracht werden. Die Belegung des Steckers richtet sich nach der Art der Halleinheit (digital oder analog).

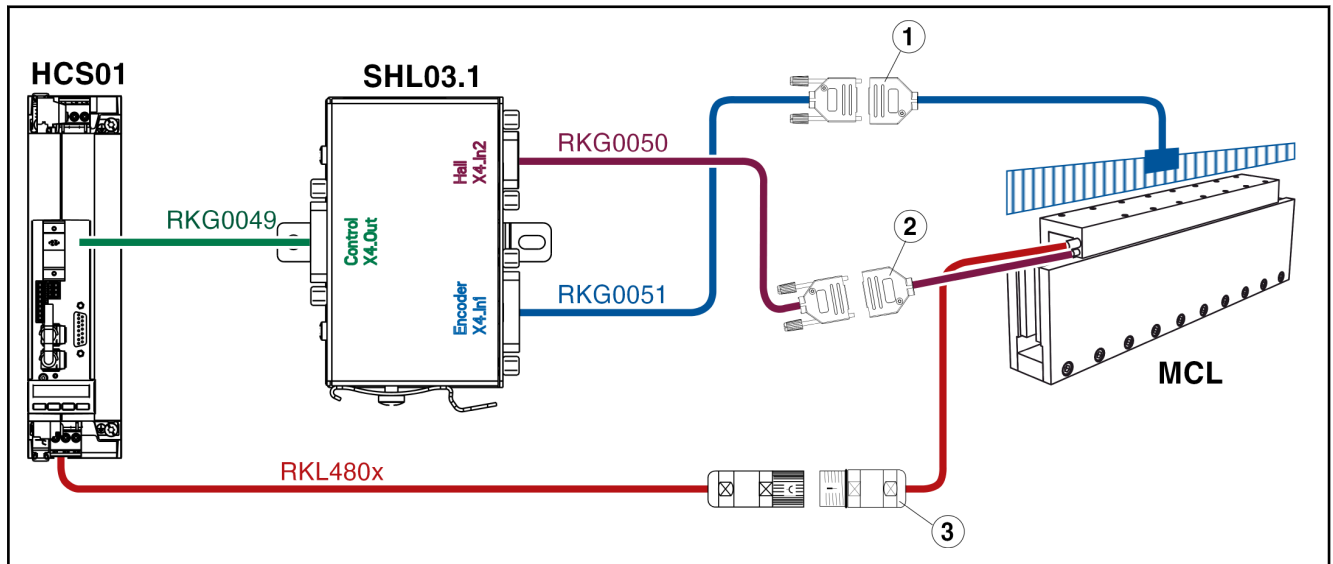
	Anschlusskabel Halleinheit	
	analog	digital
1	12V (BN)	12V (BN)
2	A+ (GY)	S1 (YE)
3	A- (YE)	/
4	0V (WH)	S2 (GN)
5	B+ (PK)	0V (WH)
6	B- (GN)	/
7	/	/
8	/	S3 (PK)
9	/	/
Steckergehäuse	Außenschirm	Außenschirm

Tab. 8-4: Anschlussbelegung RGS0005 zum Anschluss der Halleinheit

8.3.4 Anschluss digitale Halleinheit

Zum Anschluss einer digitalen Halleinheit in Verbindung mit einem inkrementellen Längenmesssystem an ein Regelgeräte der Familie IndraDrive Cs 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 an das Antriebsregelgerät weiter.



- ① Gerätestecker RGS0006 (D-SUB-Stecker 15-polig (Stifte))
- ② Gerätestecker RGS0005 (D-SUB-Stecker 9-polig (Stifte))
- ③ Gerätestecker RLS1704
- RKL480x** Motorleistungskabel (max. Kabellänge 75 m)
- RKG0049** Adapterbox ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät (max. Kabellänge 75 m)
- RKG0050** Digitale Halleinheit ↔ Adapterbox (max. Kabellänge 30 m)
- RKG0051** Längenmesssystem ↔ Adapterbox (max. Kabellänge 75 m)

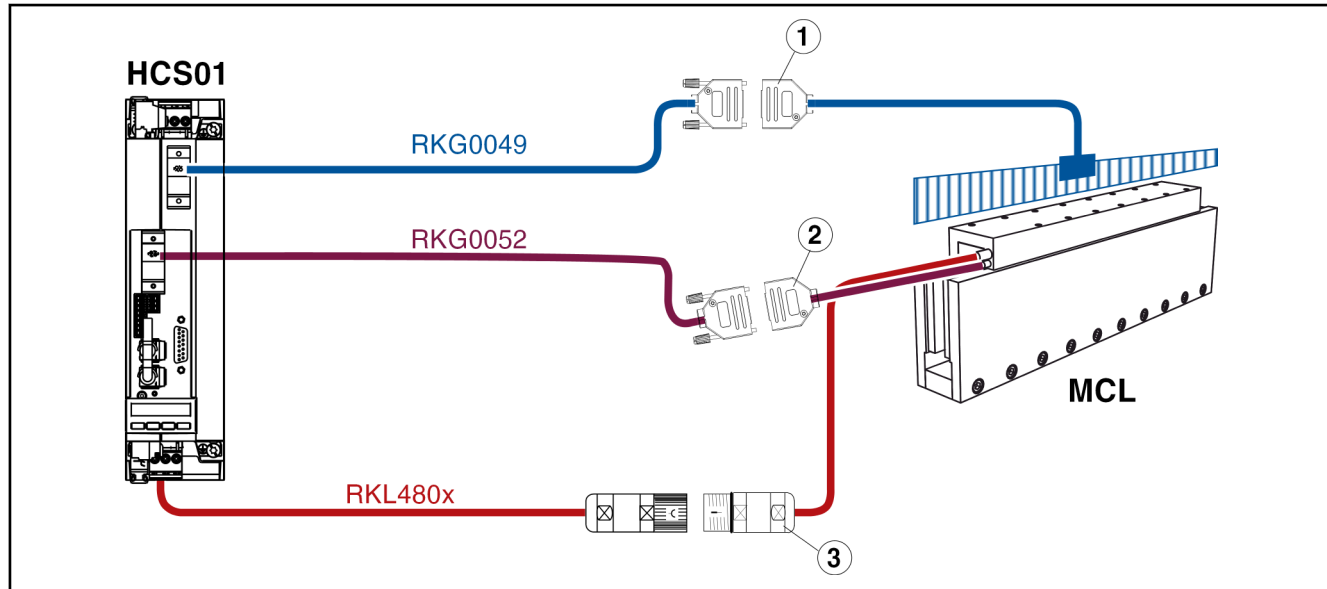
Abb. 8-9: Anschlussübersicht MCP mit digitaler Halleinheit



- Der Gesamtabstand zwischen Antriebsregelgerät und dem Kopf des Längenmesssystems und/oder der Halleinheit darf eine Länge von 75 m nicht überschreiten!
- Beachten Sie die weiteren Hinweise zur Adapterbox SHL03.1 in der Dokumentation DOK-INDRV*-HCS01*****-PRxx-xx-P, MNR R911322209 (DE) und unter [Kap. 7.2 "Halleinheit-Adapterbox SHL03.1 für digitale Halleinheit"](#) auf Seite 83.

8.3.5 Anschluss analoge Halleinheit

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



- ① Gerätestecker RGS0006 (D-SUB-Stecker 15-polig (Stifte))
- ② Gerätestecker RGS0005 (D-SUB-Stecker 9-polig (Stifte))
- ③ Gerätestecker RLS1704
- RKL480x** Motorleistungskabel (max. Kabellänge 75 m)
- RKG0049** Längenmesssystem ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät (max. Kabellänge 75 m)
- RKG0052** Analoge Halleinheit ↔ Geberauswertung am Antriebsregelgerät (max. Kabellänge 75 m)

Abb. 8-10: Anschlussübersicht MCP mit analoger Halleinheit

8.4 Längenmesssystem



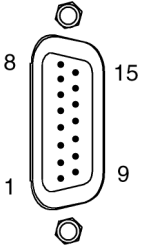
Das Längenmesssystem ist nicht Bestandteil der Motorlieferung und muss vom Maschinenhersteller bereit gestellt und eingebaut werden (siehe [Kap. 9.14 "Längenmesssysteme" auf Seite 123](#)).

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 Bosch 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.

 DA000056v01_nn.FH9	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)
Steckergehäuse	/	Außenschirm

Tab. 8-5: Vorzunehmende Anschlussbelegung am RGS0006 zum Anschluss des kundenseitigen Längenmesssystem

9 Applikations- und Konstruktionshinweise

9.1 Funktionsprinzip

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

Es kann sowohl das Primärteil als auch das Sekundärteil bewegt werden.

Die Realisierung beliebiger Verfahrensweglängen erfolgt durch das Aneinanderreihen von mehreren Sekundärteilen.

Achsaufbau

Der MCL-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

- Primärteil mit Halleinheit
- einem bzw. mehreren Sekundärteilen mit Permanentmagneten
- Längenmesssystem
- Linearführungen
- Energiezuführungen
- Schlitten- bzw. Maschinenkonstruktion

Zur Kraftvervielfachung können zwei oder mehrere Primärteile mechanisch gekoppelt bzw. in Reihe angeordnet werden. Weiterführende Informationen dazu entnehmen Sie bitte [Kap. 9.13.2 "Mehrere Motoren pro Achse" auf Seite 116](#).

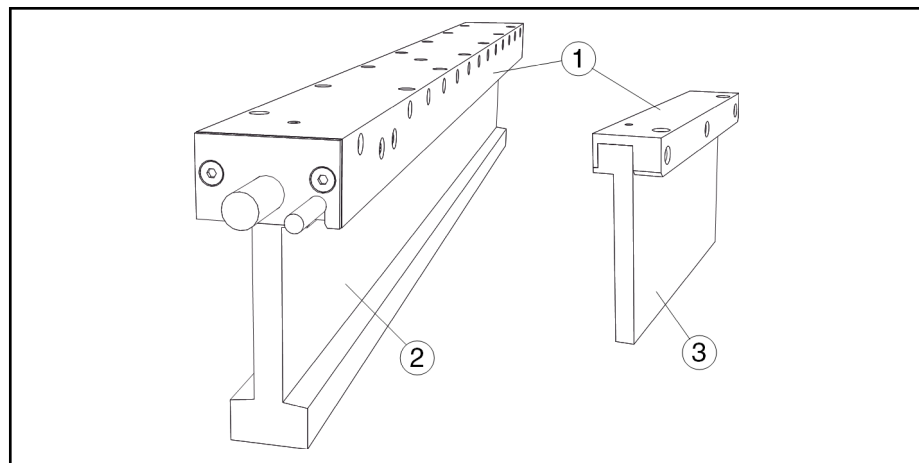


Zum Lieferumfang des Motors gehören Primär- und Sekundärteil(e). Linearführungen, Längenmesssystem sowie weitere Zusatzkomponenten müssen vom Anwender selbst bereitgestellt werden.

9.2 Motorausführungen

9.2.1 Ausführung Primärteil

Das Primärteil besteht aus einem U-förmigen Aluminium-Primärteilträger, in den der Spulenkörper eingebracht ist und mit einem Kunststoffharz vergossen ist. Dieser Verguss dient der mechanischen Festigkeit des MCP. Er stellt keinen Schutz gegen Feuchtigkeit, Fremdkörper oder Berührung elektrisch aktiver Teile dar. 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 Primärteilträgers an die Maschine und über natürliche Konvektion.



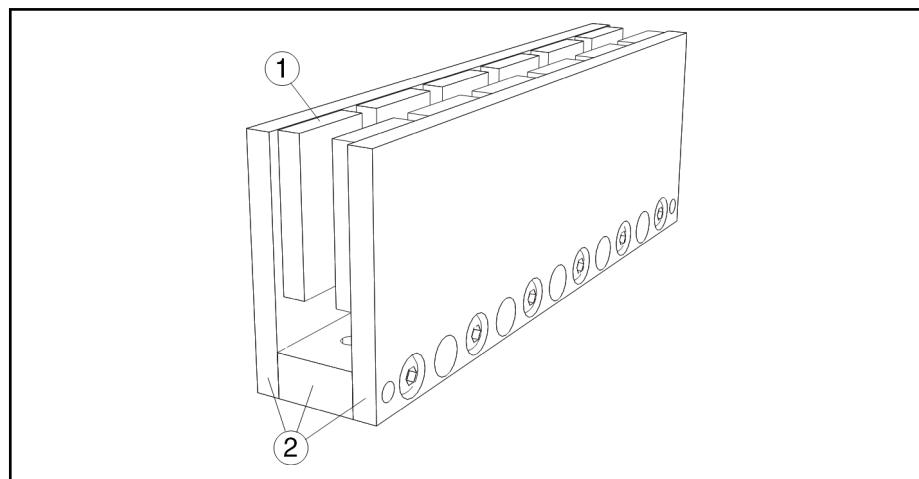
- ① Primärteilträger aus Aluminium
- ② Form der vergossenen Motorwicklung in Ausführung I-Form (MCP020 ... 070)
- ③ Form der vergossenen Motorwicklung in Ausführung T-Form (MCP015)

Abb. 9-1: Ausführungen Primärteil MCP

9.2.2 Ausführung Sekundärteil

Das MCS besteht aus einem U-förmig verschraubten Stahlgrundkörper mit aufgeklebten Permanentmagneten. Alle Befestigungsbohrungen befinden sich in der Befestigungsleiste längs entlang des Sekundärteils.

Um einen hohen Korrosionsschutz zu gewährleisten, sind die Eisenteile des Sekundärteils vernickelt und die Permanentmagnete mit einem Epoxidharz beschichtet.



- ① Permanentmagnete
- ② Verschraubter Sekundärteilkörper

Abb. 9-2: Sekundärteil MCS040

Verfügbare Längen der Sekundärteile

Sekundärteile stehen in unterschiedlichen Längen zur Verfügung. Beachten Sie hierzu die Angaben im [Typenschlüssel](#).

Erforderliche Länge des Sekundärteils

Die erforderliche Länge L des Sekundärteils lässt sich folgendermaßen festlegen:

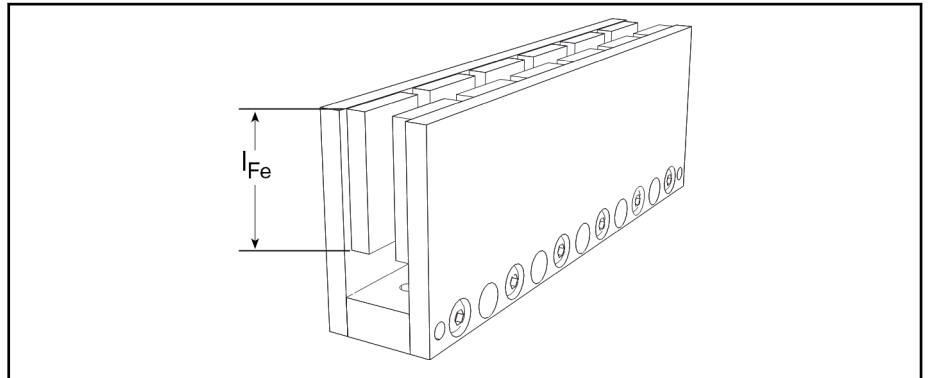
$$L_{\text{Sekundärteil}} \geq L_{\text{Verfahrweg}} + L_{\text{Primärteil}}$$

Abb. 9-3: Ermittlung der erforderlichen Sekundärteillänge

9.2.3 Baugrößen und Baulängen

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

Baugrößen Die Bezeichnung der Baugröße ist von der aktiven Höhe I_{Fe} und der Leistung der MCL abgeleitet.

Abb. 9-4: I_{Fe} = Aktive Magnethöhe

Nach diesem System beinhaltet das MCL-Baukastensystem folgende Motorbaugrößen:

- MCP015 / MCS015
- MCP020 / MCS020
- MCP030 / MCS030
- MCP040 / MCS040
- MCP070 / MCS070

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.



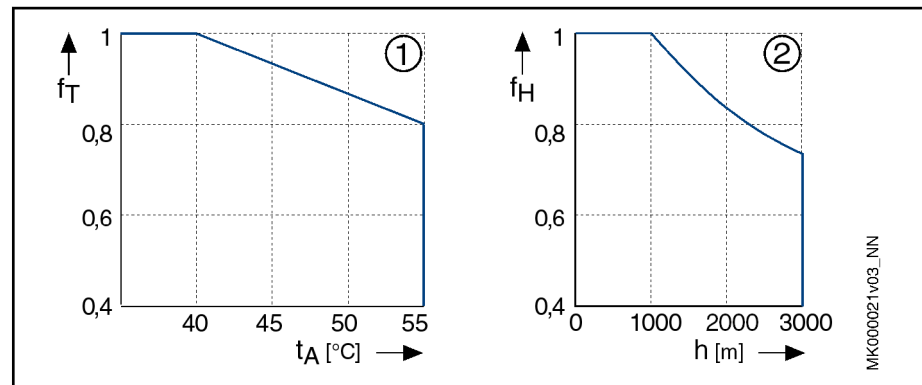
Detailliertere Informationen zu den verfügbaren Baugrößen und -längen entnehmen Sie bitte dem [Typenschlüssel](#) des Motors.

9.3 Aufstellhöhe und Umgebungsbedingungen

Die angegebenen Leistungsdaten der Motoren gelten für

- Umgebungstemperaturen 0 ... +40 °C
- Aufstellhöhen von bis 1000 m über NN

Bei abweichenden Bedingungen verringern sich die Daten entsprechend folgenden Diagrammen. Treten gleichzeitig abweichende Umgebungstemperaturen und größere Aufstellhöhen auf, sind beide Auslastungsfaktoren zu multiplizieren.



① Auslastbarkeit abhängig von der Umgebungstemperatur

② Auslastbarkeit abhängig von der Aufstellhöhe

f_T Auslastungsfaktor Temperatur

t_A Umgebungstemperatur in Celsius

f_H Auslastungsfaktor Höhe

h Aufstellhöhe in Meter

Abb. 9-5: Derating Umgebungstemperatur, Aufstellhöhe (Betrieb)

Berechnung von Leistungsdaten bei Überschreitung der angegebenen Grenzen:

Umgebungstemperatur > 40 °C

$$F_{N_red} = F_N \times f_T$$

Aufstellhöhe > 1000 m

$$F_{N_red} = F_N \times f_H$$

Umgebungstemperatur > 40 °C und Aufstellhöhe > 1000 m

$$F_{N_red} = F_N \times f_T \times f_H$$



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

9.4 Umweltbedingungen im Betrieb

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

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. 9-1: Im Betrieb zulässige Klassen von Umweltbedingungen

In Anlehnung an die DIN EN 60721-3-3 werden im folgenden auszugsweise einige Grenzwerte angegeben, denen unsere Erzeugnisse während des Betriebs ausgesetzt sein dürfen. Beachten Sie jedoch die ausführliche Beschreibung der angegebenen Klassifizierungen um alle Einflussgrößen, die in der jeweiligen Klasse angegeben sind, zu berücksichtigen.

Zulässige Betriebsbedingungen

Umwelteinflussgröße	Einheit	Wert
Lufttemperatur	°C	0 ... +40
Luftfeuchte (relativ)	%	5 ... 95
Luftfeuchte (absolut)	g/m ³	1 ... 29

Tab. 9-2: Betriebsbedingungen

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.

9.5 Schutzart

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

Motorkomponente	Schutzart
Primärteil (Stirnflächen MCP020 ... 070)	IP00 (IP20)
Sekundärteil	IP00
Halleinheit	IP00

Tab. 9-3: Schutzarten an MCL-Motoren



- Der Verguss der Primärteile dient der mechanischen Festigkeit. Er stellt keinen Schutz gegen Feuchtigkeit dar. Aufgrund der Schichtdicke des Vergusses bei MCP020 ... 070 ist lediglich an den Stirnseiten (Kabelabgangs- und gegenüberliegende Seite) ein geringfügiger Schutz gegen Fremdkörper oder das Berühren gefährlicher elektrischer Spannungen gegeben. Hieraus leitet sich stirnseitig die Schutzart IP20 ab.
- Beachten Sie im Zusammenhang mit den Schutzarten auch die Hinweise unter [Kap. 9.12.4 "Schutz des Motoreinbauraumes"](#) auf Seite 115.

VORSICHT

Nichtbeachten der Motorschutzart kann zur Beschädigung oder Zerstörung der Motorkomponenten 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 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 Motortypenschild der Motoren angebracht.

9.6.2 EAC



EAC ist die Abkürzung für Eurasian Conformity = Eurasische Konformität.

Motoren der Baureihe MCL erfüllen die vorgeschriebenen technischen Anforderungen der Mitgliedsstaaten der Zollunion EAC. Mitgliedsstaaten sind Russland, Belarus und Kasachstan.

9.6.3 RoHS

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

9.6.4 China RoHS 2



Motoren der Baureihe MCL entsprechen den Vorgaben der Verordnung SJ/T11364 und besitzen eine EFUP (Environmentally friendly use period) von 25 Jahren. Eine entsprechende Kennzeichnung ist in Vorbereitung). Nähere Informationen finden Sie unter https://www.boschrexroth.com.cn/zh/cn/home_2/china_rohs2 www.boschrexroth.com.cn/zh/cn/home_2/china_rohs2 im Abschnitt "Kit motors".

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 Warenaufkleber 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 Herz-
schrittmachern, 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.

Transporthinweise

Für den Versand magnetischer Teile als Luftfracht müssen nach IATA953 Grenzwerte der magnetischen Flussdichte in alle Raumrichtungen eingehalten werden. Alle Rotoren von Bosch Rexroth-Synchronmotoren fallen in die Kategorie I aus nachfolgender Abbildung. Sekundärteile von Bosch Rexroth-Linearmotoren fallen abhängig von der Geometrie und Konstruktion in einer

der drei genannten Kategorien. Hier muss daher beim Versand zunächst die Kategorie des Versandstücks bestimmt werden.

Kategorie	Abstand vom Rand des Packstückes	Flussdichte	Maßnahme
I	2,1 m	$\leq 0,525 \mu\text{T}$ $\leq 5,25 \text{ mG}$	Packstück kann ohne Deklaration und Kennzeichnung versendet werden.
II	4,6 m	$\leq 0,525 \mu\text{T}$ $\leq 5,25 \text{ mG}$	Deklaration und Kennzeichnung als magnetisches Material („magnetic material“) erforderlich.
III	4,6 m	$> 0,525 \mu\text{T}$ $> 5,25 \text{ mG}$	Versand nur mit der vorherigen Genehmigung der zuständigen nationalen Behörde des Abgangsstaates und des Staates des Luftfahrtunternehmens.

Tab. 9-4: Grenzwerte magnetischer Flussdichte bei Luftfracht

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 vollständig in Form von Wärme auf und darf aufgrund der begrenzten zulässigen Wicklungstemperatur eine bestimmte Höhe nicht überschreiten.



Die zulässige Wicklungstemperatur der Motoren beträgt 130 °C.

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. 9-6:	Verlustleistung von Synchron-Linearmotoren



Bei Verlustleistungsermittlung nach [Abb. 9-6](#) ist die temperaturbedingte Erhöhung des elektrischen Widerstandes zu berücksichtigen. Bei einer Temperaturerhöhung um beispielsweise 100 K (20 °C auf 120 °C) erhöht sich der elektrische Widerstand um den Faktor f_T = 1,39.

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. 9-7](#)) 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. 9-8](#) und [Abb. 9-10](#) der Betriebsartendefinition nach DIN EN 60034-1.

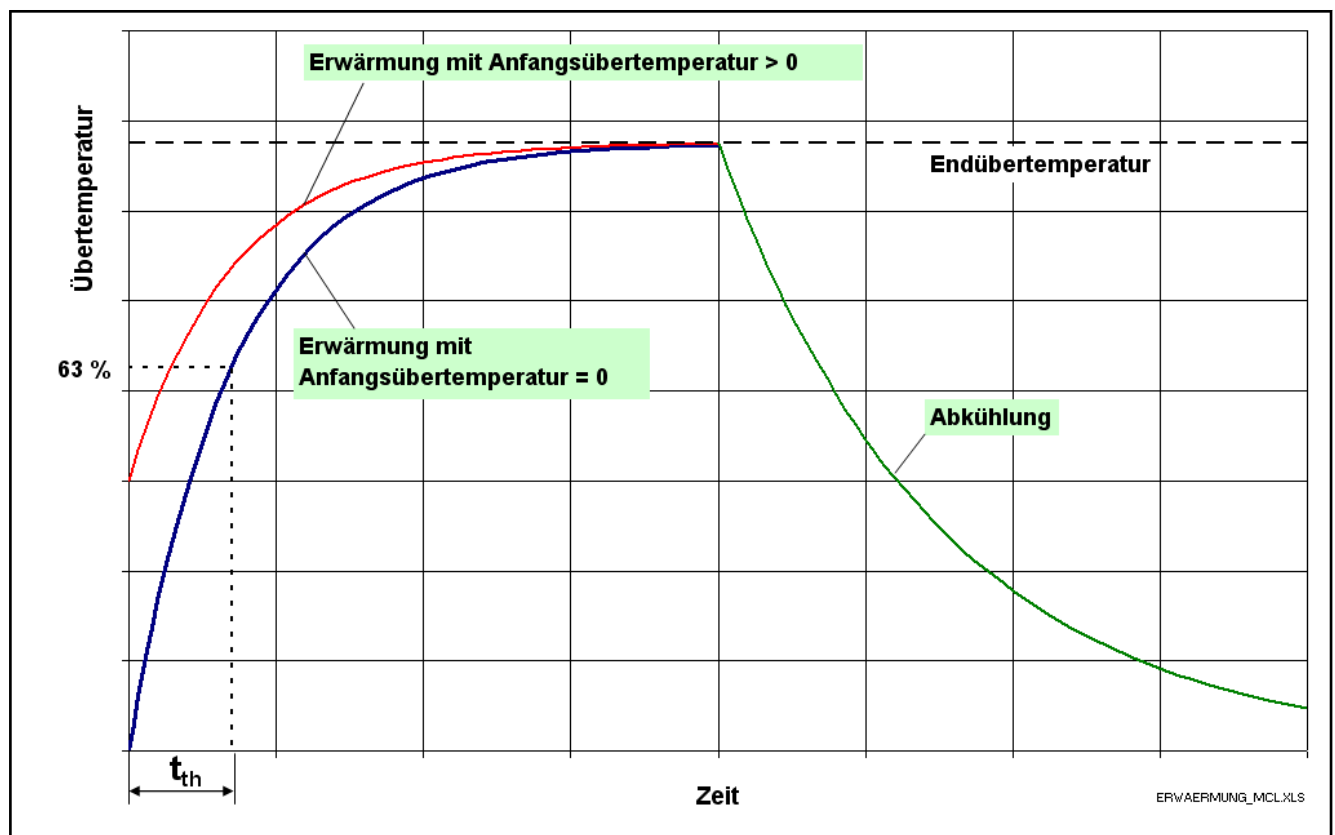


Abb. 9-7: Erwärmung und Abkühlung einer elektrischen Maschine

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. 9-8: 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:

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

- P_{ce} Dauerverlustleistung bzw. mittlere Verlustleistung über Spieldauer in W (siehe [Kap. 11.4 "Bestimmung der Antriebsleistung"](#) auf Seite 153)
 P_{vN} Nennverlustleistung des Motors in W
 $\vartheta_{e\max}$ Maximale Endübertemperatur des Motors in K
 F_{eff} Effektivkraft in N (aus Anwendung)
 F_{dN} Dauernennkraft des Motors in N (siehe Datenblatt des Motors)

Abb. 9-9: Zu erwartende Endübertemperatur des Motors

Abkühlung

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

- ϑ_e Endübertemperatur bzw. Abschalttemperatur in K
 t Zeit in min
 t_m Thermische Zeitkonstante in min (siehe Datenblatt Motor)
 Abb. 9-10: Abkühlung einer elektrischen Maschine

9.10 Motortemperaturüberwachung

Die Überwachung der Motortemperatur erfolgt durch die zwei voneinander unabhängig arbeitenden Systeme

- Temperatursensor (Motor)
- Temperaturmodell (Regelgerät)

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

Primärteile der Baugrößen MCP020 ... 070 sind standardmäßig mit einem in die Motorwicklung integrierten Temperatursensor (KTY84-130) zur Messung der Wicklungstemperatur ausgerüstet. Eine allphasige Überwachung ist mit einem einzelnen KTY nicht möglich. Es ist deshalb möglich, dass eine nicht vom KTY überwachte Phase im Stillstandsbetrieb mit Dauerströmen nahe dem Nennstrom thermisch überlastet wird, obwohl der KTY lediglich Messwerte < 110 °C anzeigt. Die ausschließliche Verwendung des KTY 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 · t_p) den Motorstrom auf 87 % des Nennstroms zu begrenzen.

Rexroth IndraDrive Regelgeräte überwachen die Funktionsfähigkeit der Temperatursensoren. Weitere Informationen entnehmen Sie der Funktionsbeschreibung für IndraDrive Regelgeräte.

Stillstandsbetrieb

Für den sicheren Betrieb der MCL im Stillstand sind die Informationen im [Kapitel 9.23](#) zu beachten.

Temperatursensor KTY84-130

KTY84-130	Wert
Widerstand bei 25 °C	min. 577 ... max. 629 Ohm
Widerstand bei 100 °C	min. 970 ... max. 1000 Ohm
Dauerstrom bei 100 °C	2 mA

Tab. 9-5: Richtwerte am Temperatursensor KTY84-130

Die Ansprechtemperaturen des Sensors sind

- ⇒ 110 °C Vorwarntemperatur
- ⇒ 130 °C Abschalttemperatur

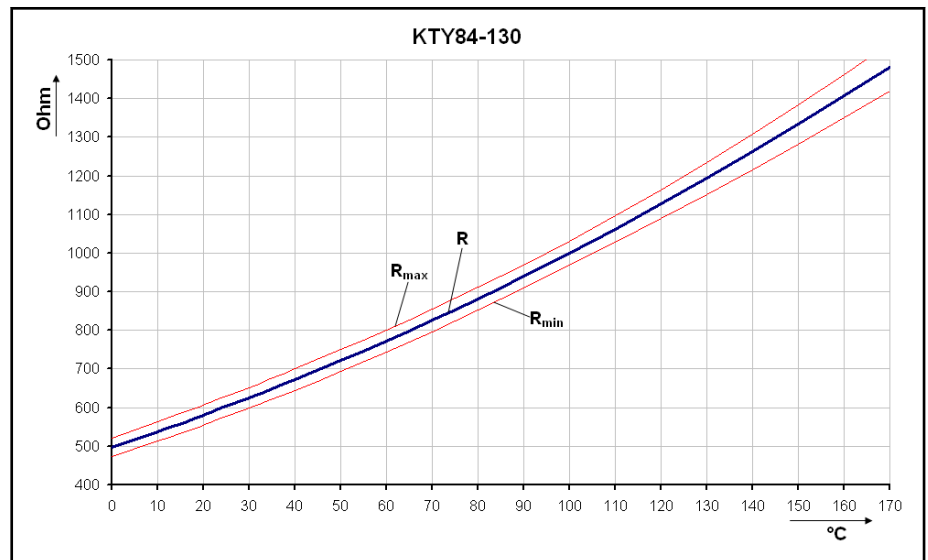


Abb. 9-11: Charakteristik Temperatursensor KTY84-130



Der KTY84-130 ist ein ESD-gefährdetes Bauteil! Aus diesem Grund sind die Litzen des Sensors am Anschlusskabel mit einer Schutzfolie geschützt. Treffen Sie vor dem Anschluss des Sensors Maßnahmen zum ESD-Schutz (ESD, engl. = electrostatic discharge).

Zum Anschluss des Temperatursensors beachten Sie bitte die Angaben unter [Kap. 8.3.1 "Anschluss Temperatursensor"](#) auf [Seite 92](#).

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.

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.

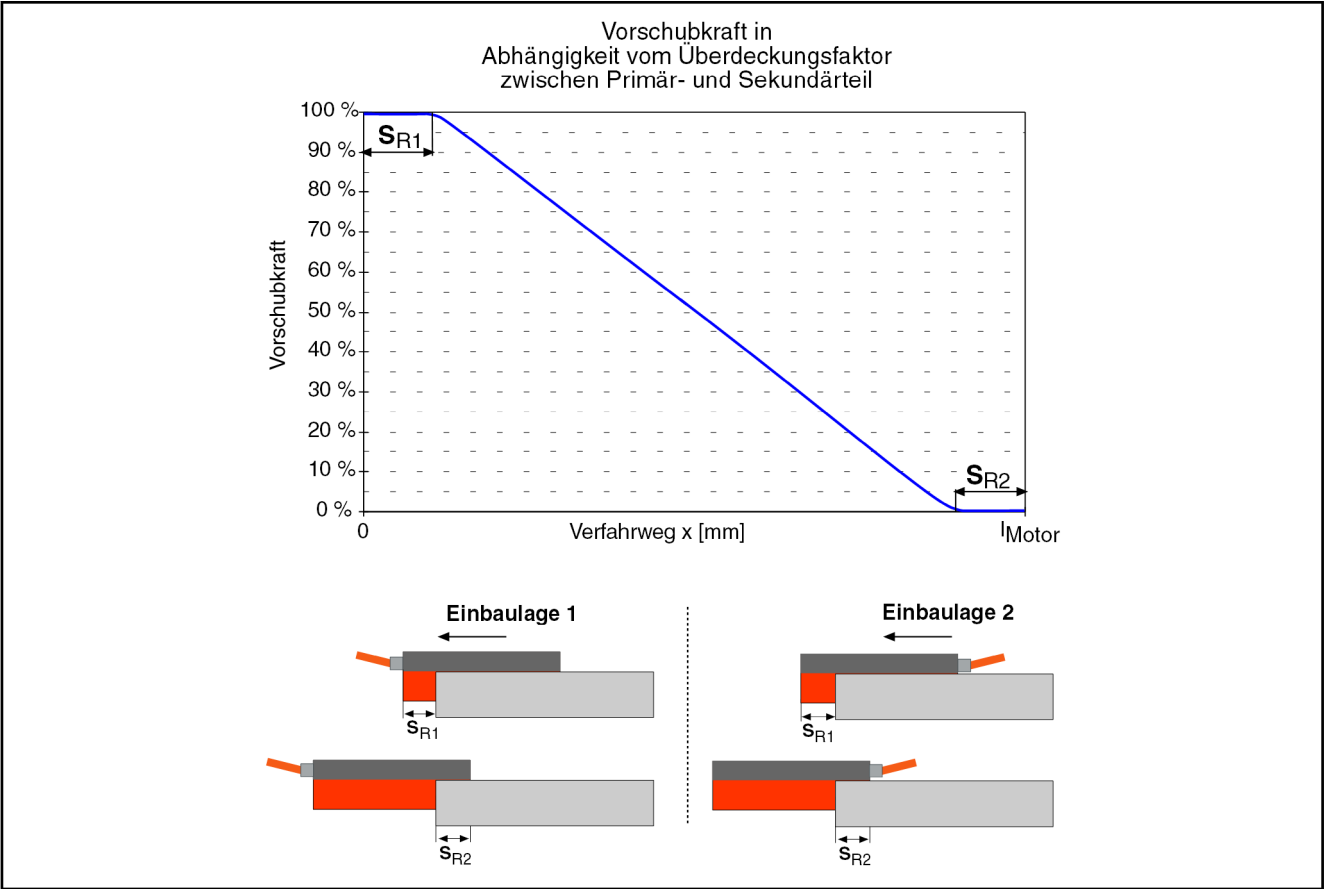


Abb. 9-12: Kraftreduzierung bei nur teilweiser Überdeckung von Primär- und Sekundärteil

Motorausführung	S _{R1} [mm]	S _{R2} [mm]
ohne Halleinheit	Einbaulage 1	
MCL015	0,5	0,5
MCL020 ... 70	6,5	0,5
	Einbaulage 2	
MCL015	0,5	0,5
MCL020 ... 70	0,5	6,5
mit Halleinheit		
Wird eine Halleinheit zur Kommutierung verwendet, muss sich das Primärteil auf der Kabelabgangsseite vollständig innerhalb des Sekundärteils befinden. Während des Betriebs, der i.d.R. ohne Auswertung der Halleinheit erfolgt, kann das Primärteil, wie unter -ohne Halleinheit- aufgelistet, betrieben werden.		

Tab. 9-6: Überdeckung in Abhängigkeit von der Einbaulage

Die teilweise Überdeckung von Primär- und 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.

9.12 Anforderungen an die Maschinenkonstruktion

9.12.1 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.

9.12.2 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.

9.12.3 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 einen Betrag von ca. 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 $f \approx \sqrt{1/m}$ auftritt.

Mechanische 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.

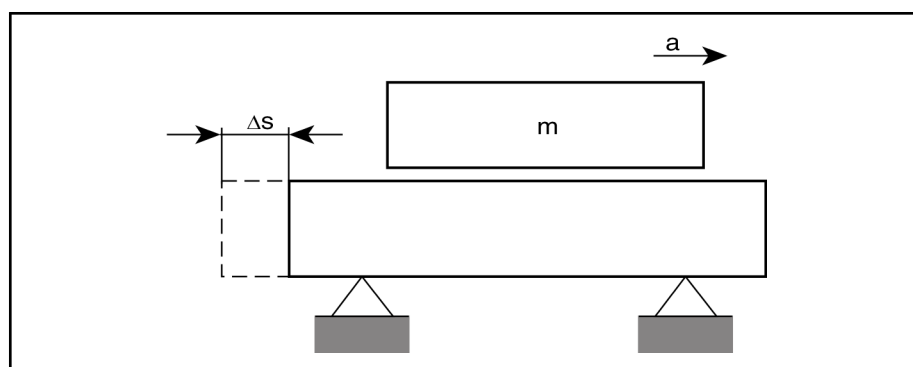


Abb. 9-13: Verformung des Maschinengrundkörpers in Folge der Reaktionskraft während des Beschleunigungsvorganges

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

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. 9-14: Berechnungsbeispiel zur Verformung des Maschinengrundkörpers

Anbindung des Längenmesssystems

Der Steifigkeit der Anbindung des Längenmesssystems kommt besondere Bedeutung zu. Ausführungen hierzu erfolgen in [Kap. 9.14 "Längenmesssysteme"](#) auf Seite 123.

9.12.4 Schutz des Motoreinbauraumes

Aufgrund der Schutzart IP00 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 104](#)).

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 kommen kann.
- 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.

9.13 Anordnung der Motorkomponenten

9.13.1 Einzelanordnung

Die Einzelanordnung ist die am häufigsten vorkommende Anordnungsart. Es kann ein Einzelnes oder mehrere Primärteile unabhängig voneinander angesteuert werden. Das Längenmesssystem kann bei einer solchen Anordnung ebenfalls bei einer Maßverkörperung mit einem oder mehreren Abtastköpfen ausgestattet werden.

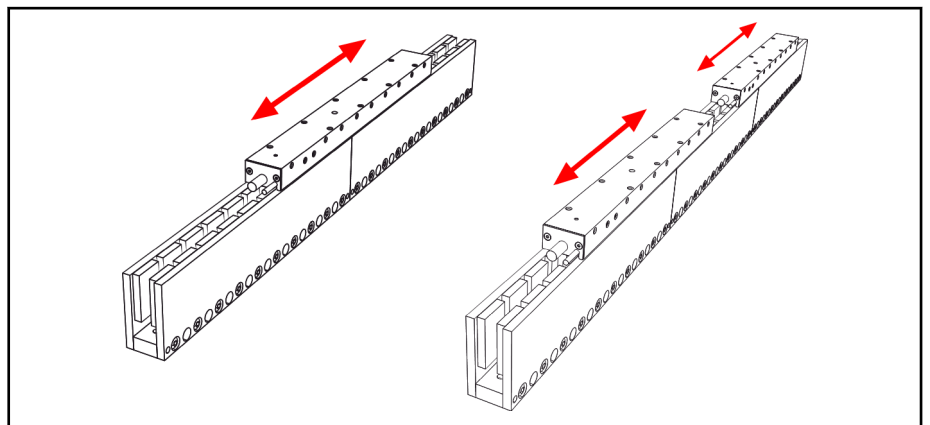
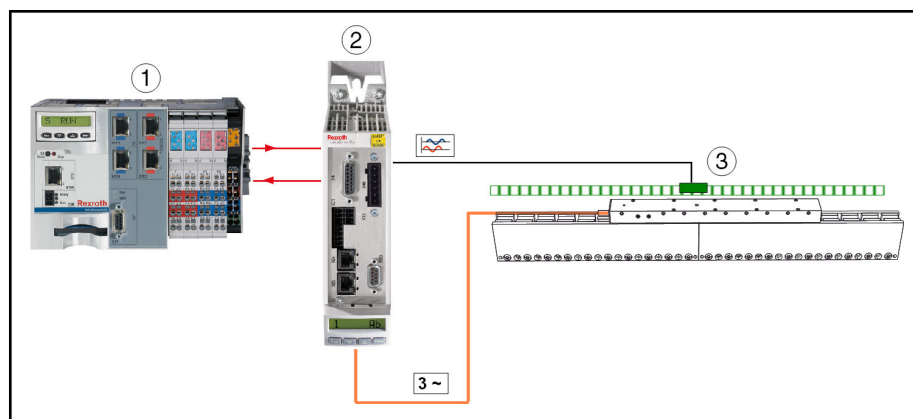


Abb. 9-15: Einzelachsenanordnungen von Primärteilen



- ① Steuerung
 ② Regelgerät
 ③ Längenmesssystem

Abb. 9-16: Ansteuerung eines Linearmotors bei Einzelanordnung der Motor-komponenten

9.13.2 Mehrere Motoren pro Achse

Die Anordnung mehrerer Motoren pro Achse bietet folgende Vorteile:

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

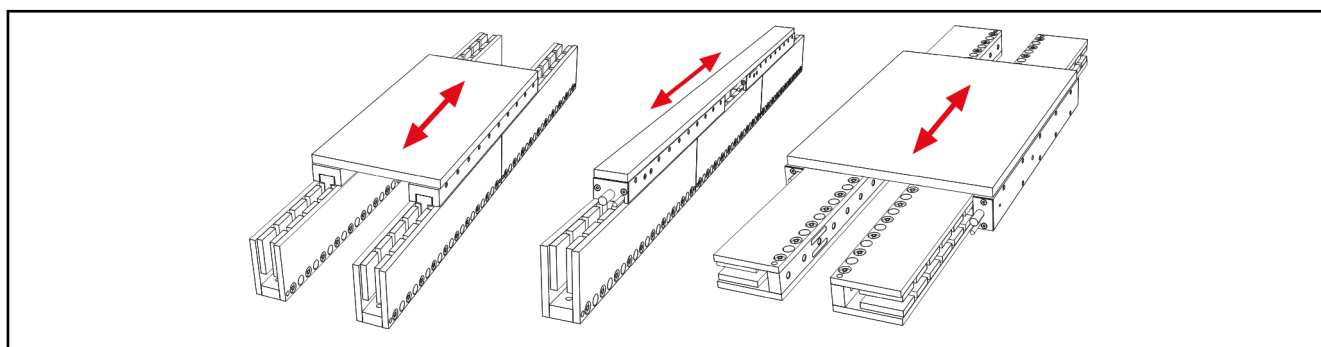


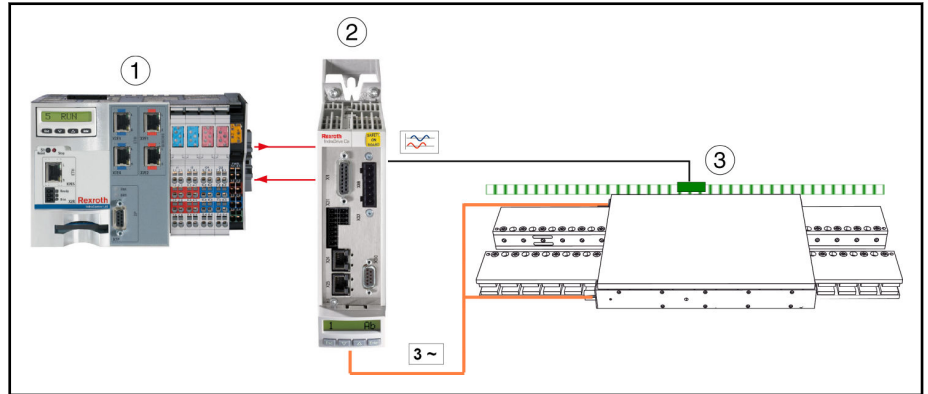
Abb. 9-17: Beispiele für Anordnungen

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)

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. 9-18: 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 MCP und gleicher Streckenlänge MCS
- Steife Kopplung der Motoren innerhalb der Achse
- Lageversatz der Primärteile zueinander $< 1 \text{ mm}$ in Vorschubrichtung
- Lageversatz der Sekundärteile zueinander $< 1 \text{ mm}$ 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: Anordnung der 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. 9-19 muss ein Abstand x_p eingehalten werden.

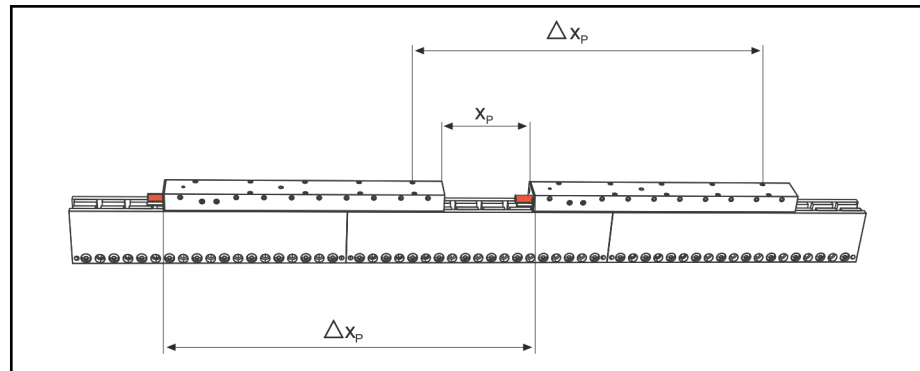


Abb. 9-19: Anordnung der Primärteile hintereinander bei Kabelabgang in die gleiche Richtung

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

$$x_p > R$$

x_p	Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
n	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor ≥ 0
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)
$x_{p \min}$	kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe Tab. 9-7)
R	Zulässiger Biegeradius des Anschlusskabels (siehe Tab. 8-2)

Abb. 9-20: Ermittlung des Abstandes x_p zwischen den Primärteilen bei gleicher Richtung des Kabelabganges

Das Rastermaß Δx_p nach Abb. 9-19 muss ein ganzzahliges Vielfaches der doppelten Polweite sein. Dabei ist immer der gleiche Bezugspunkt bei beiden Primärteilen zu verwenden, z. B. die gleiche Befestigungsbohrung oder die gleiche Primärteil-Stirnseite.

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

Δx_p	Erforderliches Rastermaß zwischen den Primärteilen in mm
m	Frei wählbarer ganzzahliger Faktor ≥ 0
τ_p	Polweite (siehe Kap. Technische Daten)

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

Der Abstand x_p zwischen den Primärteilen nach Abb. 9-19 darf folgende Mindestabstände $x_{p \min}$ nicht unterschreiten:

Primärteil	Abstand x_{Pmin}	Phasenfolge	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
MCP015	4,5 mm	U-V-W	V-W-U
MCP020	53 mm		U-V-W
	63 mm		V-W-U
	73 mm		W-U-V
MCP030 ... 070C/D/F	53 mm		U-V-W
	73 mm		V-W-U
	93 mm		W-U-V
MCP070M	73 mm		V-W-U
	93 mm		W-U-V
	113 mm		U-V-W

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

Tab. 9-7: 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 hintereinander mit Kabelabgang in die entgegengesetzte Richtung nach Abb. 9-22 muss ein definierter Abstand x_P zwischen den Primärteil-Stirnseiten eingehalten werden.

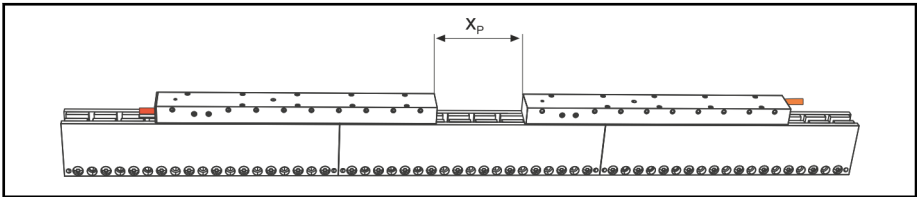


Abb. 9-22: Variante 1: Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang

$$x_P = n \cdot 2 \cdot \tau_p + x_{Pmin}$$

- x_P Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
- n Frei wählbarer ganzzahliger Faktor ≥ 0
- τ_p Polweite (siehe Kap. Technische Daten)
- x_{Pmin} kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe Tab. 9-8)

Abb. 9-23: Ermittlung Abstand zwischen den Primärteilen bei entgegengesetzter Richtung des Kabelabganges



Bei der Bestimmung des korrekten Primärteilabstandes nach Abb. 9-22 kann nur der Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten als Bezugspunkt verwendet werden.

Primärteil	Abstand x_{Pmin}	Phasenfolge	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
MCP015	1,75 mm	U-V-W	U-W-V
MCP020	3 mm	U-V-W	U-W-V
	13 mm		W-V-U
	23 mm		V-U-W
MCP030 ... 070	8 mm	U-V-W	U-W-V
	28 mm		W-V-U
	48 mm		V-U-W

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

Tab. 9-8: 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 hintereinander mit Kabelabgang in die entgegengesetzte Richtung nach [Abb. 9-24](#) muss ein definierter Abstand x_p zwischen den Primärteil-Stirnseiten eingehalten werden.

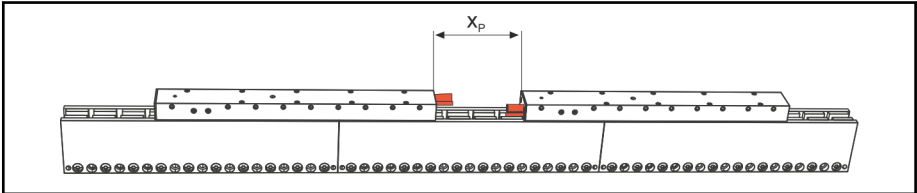


Abb. 9-24: Variante 2: Anordnung der Primärteile hintereinander mit entgegengesetztem Kabelabgang

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

$$x_p > R$$

- x_p

Abstand zwischen den Primärteil-Stirnseiten in mm
- n

Frei wählbarer ganzzahliger Faktor ≥ 0
- τ_p

Polweite (siehe [Kap. Technische Daten](#))
- x_{Pmin}

kleinster zulässiger Abstand zwischen den Primärteilen (siehe [Tab. 9-9](#))
- R

Zulässiger Biegeradius des Anschlusskabels (siehe [Tab. 8-2](#))
- Abb. 9-25:

Ermittlung des Abstandes x_p zwischen den Primärteilen bei gleicher 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	
		Primärteil 1*)	Primärteil 2
MCP015	1,75 mm	U-V-W	W-V-U
MCP020	53 mm	U-V-W	W-V-U
	63 mm		V-U-W
	73 mm		U-W-V
MCP030 ... MCP070C/D/F	58 mm	U-V-W	W-V-U
	78 mm		V-U-W
	98 mm		U-W-V
MCP070M	78 mm	U-V-W	V-U-W
	98 mm		U-W-V
	118 mm		W-V-U

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

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

Gantry-Anordnung

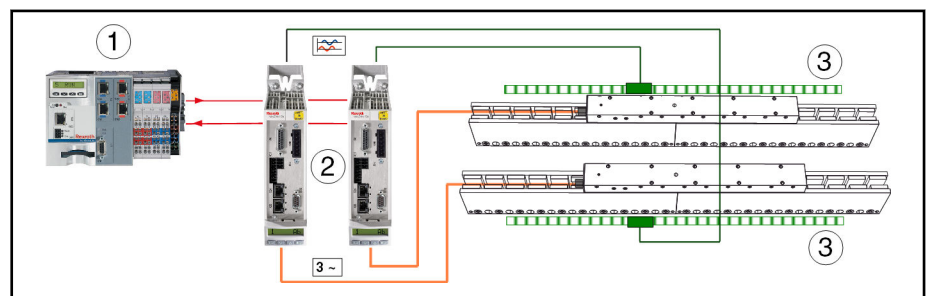
Ergeben sich während des Betriebs örtlich und zeitlich unterschiedliche Lastverhältnisse und kann eine ausreichende Steifigkeit zwischen den Motoren nicht gewährleistet werden, ist der Betrieb mit zwei Längenmesssystemen und Antriebsregelgeräten (Gantry-Anordnung) vorzusehen. Dies ist zum Beispiel bei 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. 9-26: 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 vorhan-

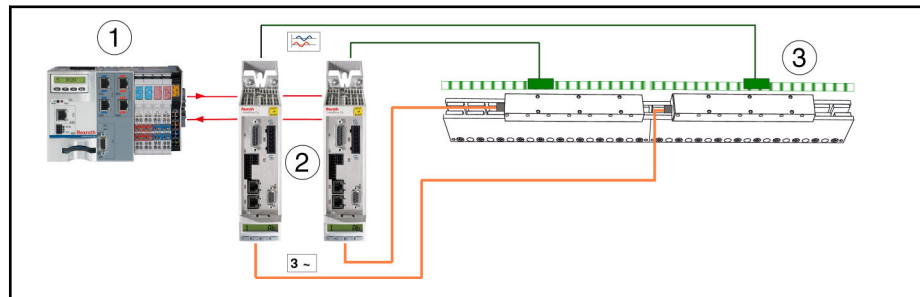
dene Grundlast im allgemeinen höher belastet werden als bei einer Einzelanordnung. Bei der Antriebsauswahl muss dies berücksichtigt werden.



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. 9-27: Gantry-Anordnung (Primärteile hintereinander)

9.13.3 Anordnung der Sekundärteile

Bei der Montage muss nicht auf die Orientierung der Sekundärteile geachtet werden. Durch die Konstruktion der MCS wird eine "verpolte" Anordnung mehrerer Sekundärteile in einer Strecke verhindert. Die Reihenfolge der Magnetisierung wird durch eine 180°-Drehung der Sekundärteile nicht verändert.

Zur Ausrichtung und Befestigung der Sekundärteile beachten Sie bitte die Hinweise in [Kap. 13.4 "Luftspalt, Parallelität und Symmetrie der Motorkomponenten"](#) auf Seite 163 und [Kap. 13.5 "Befestigung Sekundärteil"](#) auf Seite 164.

9.13.4 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.

9.14 Längenmesssysteme

9.14.1 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. 9-10 "Hersteller von Längenmesssystemen" auf Seite 124](#)).

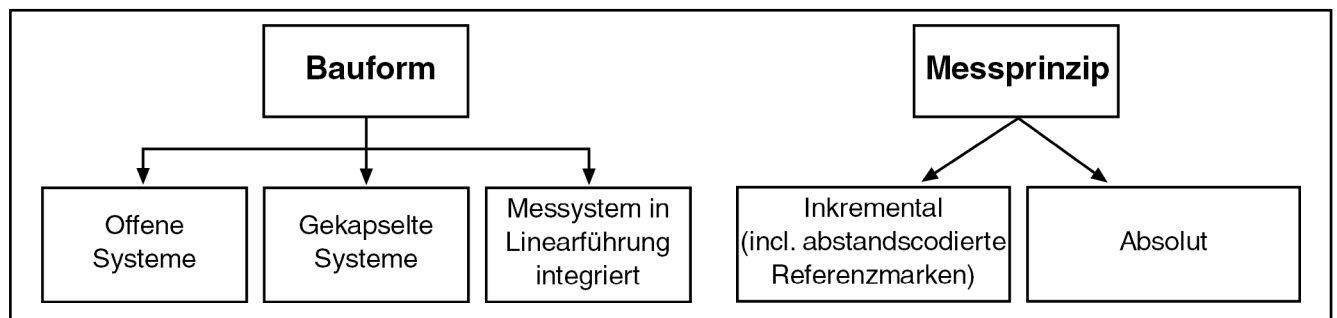


Abb. 9-28: Einteilung von Längenmesssystemen

Besonderheiten bei Synchron-Linearmotoren

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.

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

Hersteller von Längenmesssystemen

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)
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/
NUMERIK JENA GmbH	Ilmstraße 4 07743 Jena, Deutschland applikation@numerikjena.de http://www.numerikjena.de/
Renishaw GmbH	Karl-Benz Straße 12 72124 Pliezhausen, Deutschland http://www.renishaw.de/
SICK AG	Erwin-Sick-Straße 1 79183 Waldkirch, Deutschland http://www.sick.com/
SIKO GmbH	Weihermattenweg 2 79256 Buchenbach, Deutschland info@siko.de http://www.siko.de/

Tab. 9-10: Hersteller 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 zu verwenden.

9.15 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.

Folgende Linearführungssysteme finden je nach Einsatzgebiet Verwendung:

- Kugel- oder Rollenschienenführungen
- 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 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. 9.21 "Lage- und Geschwindigkeitsauflösung"](#) auf Seite 131.

Im folgenden finden sie eine unvollständige Liste von Herstellern die geeignete Linearführungssysteme für Linearmotoren herstellen. Darüberhinaus gibt es weitere Hersteller die hier nicht alle aufgeführt werden können.

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)
---	---

Tab. 9-11: Hersteller von Längenmesssystemen

9.16 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. 9.17 "Endlagendämpfer"](#) auf Seite 126 und [Kap. 9.20 "Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall"](#) auf Seite 128 sowie in der entsprechenden Funktionsbeschreibung des Antriebsregelgerätes.

9.17 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.

9.18 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.

9.19 Steuern und Regeln der Motoren

9.19.1 Allgemeines

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

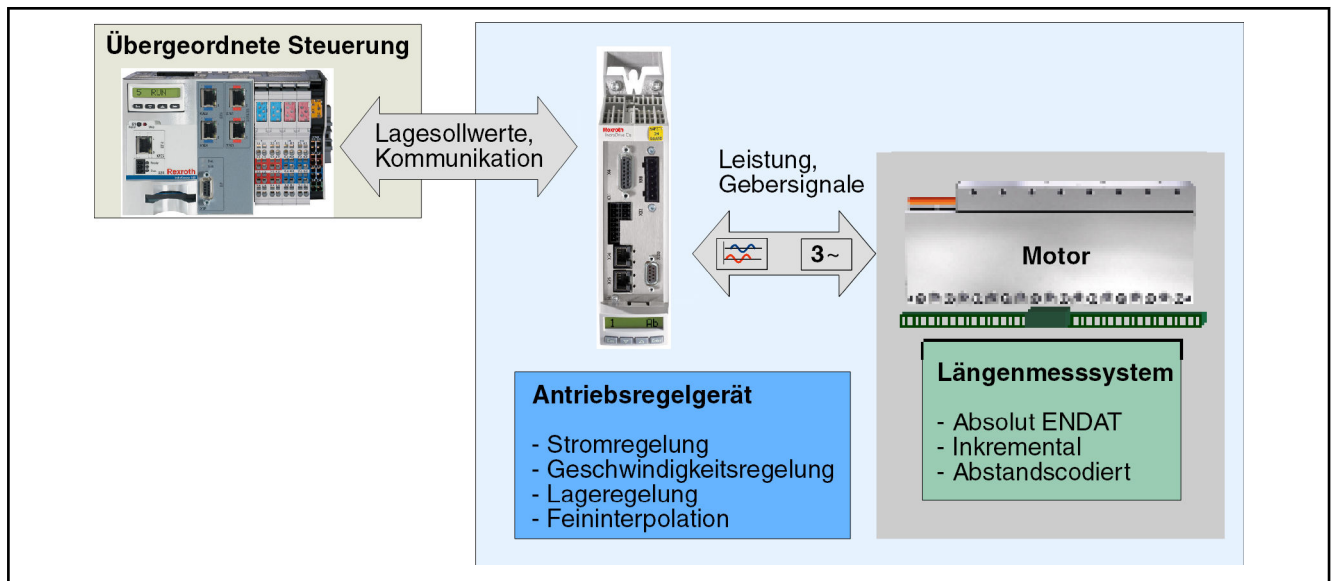


Abb. 9-29: Linearer Direktantrieb

9.19.2 Antriebsregelgeräte

Zur Ansteuerung der MCL-Motoren stehen abhängig von der jeweiligen Anwendung unterschiedliche digitale Antriebsregelgeräte und Versorgungsmodule zur Verfügung (siehe [Kap. 10 "Motor-Regelgeräte-Kombinationen"](#) auf [Seite 137](#)).

9.19.3 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.

9.20 Stillsetzen bei NOT-AUS sowie im Fehlerfall

9.20.1 Allgemeines

Das Stillsetzen einer mit MCL-Motoren 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 MCL-Motoren im Fehlerfall muss eine Unterscheidung zwischen

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

getroffen werden.

9.20.2 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.

9.20.3 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.

9.20.4 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.

9.20.5 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:

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

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_{FN}	Motorkonstante (Kraftkonstante) in N/A
R_{12}	Wicklungswiderstand bei 20°C
F_R	Reibkraft in N

Abb. 9-30: 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.

9.20.6 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.

9.21 Lage- und Geschwindigkeitsauflösung

9.21.1 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. 9-32). 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. 9-31: Vervielfachungsfaktor

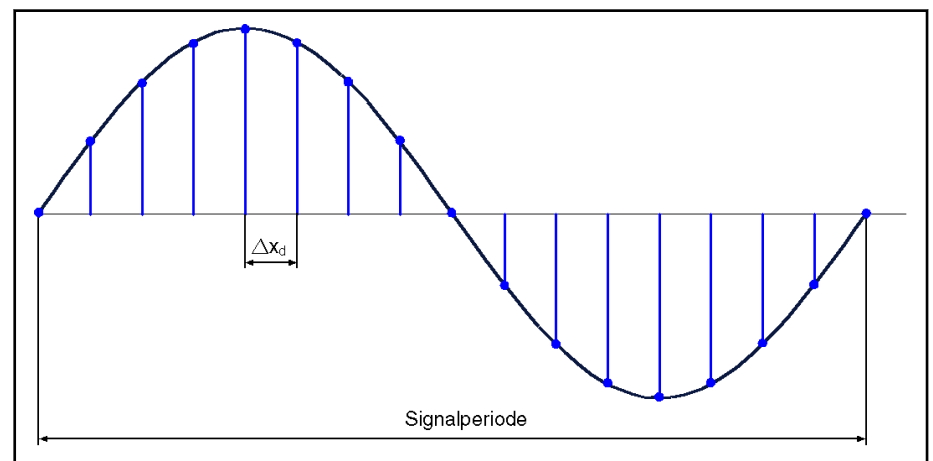


Abb. 9-32: Antriebsinterne Vervielfachung bzw. Interpolation der Messsystemsignale

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. 9-33: 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. 9-34: Abschätzung der erreichbaren Positioniergenauigkeit

Voraussetzung: Optimale Reglereinstellung



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

9.21.2 Geschwindigkeitsauflösung

Die Auflösung der Geschwindigkeit ist proportional zur Lageauflösung (siehe [Abb. 9-33 "Antriebsinterne Lageauflösung" auf Seite 132](#)) 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. 9-35: Geschwindigkeitsauflösung

9.22 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.

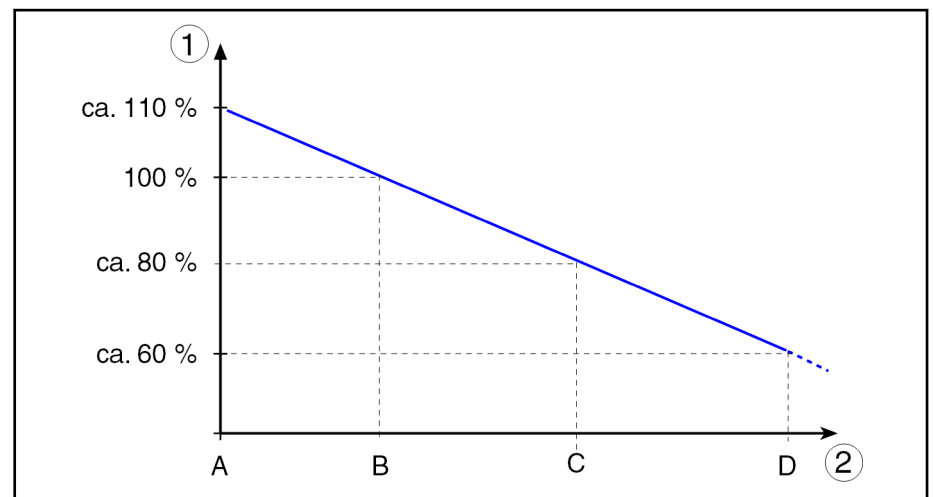


Sind die Anschraubflächen der Motorkomponenten, insbesondere die Anschraubfläche des Primärteils, aus einem schlecht wärmeleitenden Material (z. B. aus Kunststoff) muss mit reduzierten Leistungsdaten des Motors gerechnet werden.

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.

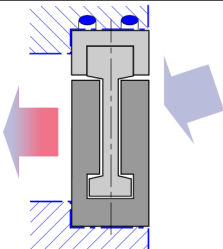
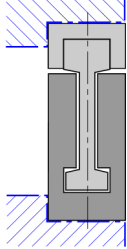
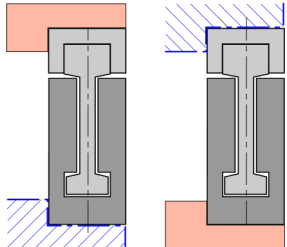
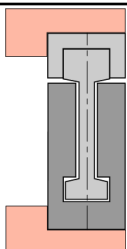
Nachfolgende Angaben sollen eine Hilfestellung geben, um die zu erreichenden Motorleistungsdaten in Abhängigkeit von der thermischen Anbindung des Motors besser einschätzen zu können. Die dargestellten Anbauarten können bei der Motor-Regler-Dimensionierung in IndraSize und bei der Inbetriebnahme in IndraWorks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



① Verfügbare Motorkraft
② Anbauart

Abb. 9-36: 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 , z. B. durch Einsatz eines Lüfters oder durch Kühlung der Anschraubflächen voraus. Als Beschaffenheit der Anschraubflächen an der Maschine wird eine metallisch gut leitende Oberfläche vorausgesetzt.
B		Anbauart B (Vorzugslösung) setzt eine gute thermische Anbindung des Motors an die Maschine voraus. Als Anschraubfläche an der Maschine wird eine metallisch gut leitende Oberfläche vorausgesetzt. Technische Daten für diese Anbauart werden in Kap. 4 "Technische Daten" auf Seite 23 angegeben.
C		Anbauart C geht davon aus, dass eine Motorkomponente, Primär- oder Sekundärteil, thermisch isoliert und die andere Komponente thermisch gut leitend an die Maschine angebaut werden muss. In diesem Fall muss bereits, bedingt durch mäßige Wärmeabfuhrmöglichkeit dieser Motorkomponente, mit einer Leistungsminderung des Motors gerechnet werden.
D		Anbauart D geht davon aus, dass beide Motorkomponenten, Primär- als auch Sekundärteil, thermisch isoliert an die Maschine angebaut werden müssen. Diese Art der Montage stellt den ungünstigsten Fall dar und es muss mit einer deutlichen Leistungsminderung des Motors gerechnet werden.

Tab. 9-12: Erläuterung der Anbauarten

9.23 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 absolute 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 ($\leq 2 \cdot T_p$)
- Motor bewegt sich bei sehr geringer Frequenz ($f \leq 0,1 \text{ Hz}$)

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. 9.10 "Motortemperaturüberwachung" auf Seite 110](#)). 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. 9-37: 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 87 % des Nennstroms zu begrenzen.

10 Motor-Regelgeräte-Kombinationen

10.1 Allgemeines

Die technischen Daten und die Abbildung der Motorkennlinien der einzelnen Motoren ist in [Kap. 4 "Technische Daten" auf Seite 23](#) dargestellt.



Für Gantry-Anordnungen muss eine Auslegung und Auswahl für die einzelnen Motoren erfolgen.

Maximal zulässige Zwischenkreisspannung

Für die MCL-Motoren sind baugrößenabhängig maximale Zwischenkreisspannungen definiert. Beachten Sie hierzu die Angaben unter [Tab. 4-1 "Allgemeine technische Daten" auf Seite 29](#).

⚠ GEFAHR

Überschreiten von Spannungsgrenzen!

Bei Verwendung von Wechselspannungen > 50 V oder Gleichspannungen > 120 V (DIN IEC 60364-4-41) ist beim MCP015 eine geeignete Verbindung mit dem Schutzleiter über den Primärteilträger vorzusehen!

10.2 Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit NYCe 4000

	NYCe 4120		NYCe 4140
	48 V	72 V	150 V
MCP015A-L040 MCP015B-L040	■	■	-
MCP020x-Vxxx		x	x
MCP030x-Vxxx		x	x
MCP040x-Vxxx		x	x
MCP070x-Vxxx		x	x

- optimale Kombination
- x zulässige Kombination - Geschwindigkeit reduziert, da Zwischenkreisspannung gegenüber Nennspannung reduziert
- Kombination nicht zulässig

Tab. 10-1: Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit NYCe 4000

10.3 Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit IndraDrive Cs

		HCS01.1E-Wxxxx-A-02-...					HCS01.1E-Wxxxx-A-03-...				
		3x AC 110 ... 230 V / 1x AC 110 ... 230 V					3x AC 200 ... 230 V				
		W003	W006	W009	W013	W018	W005	W008	W018	W028	W054
Leistungskabel		RKL4800			RKL4801		RKL4800		RKL4801		RKL4803
MCP020	020B-V180	■					□				
	020B-V720		■				x	□			
	020C-V180		■				x	□			
	020C-V720			■				x	□		
	020D-V180			■				□			
	020D-V720				x	■			□		
MCP030	030B-V180		■				x	□			
	030B-V390		x	■				□			
	030C-V180			■				□			
	030C-V390			x	■				□		
	030D-V180				■				□		
	030D-V390				x	■			□		
MCP040	040B-V070		■				□				
	040B-V300			■				□			
	040C-V070		x	■				□			
	040C-V300				■				□		
	040E-V070				■				□		
	040E-V300					x			x	■	
	040G-V070					■			□		
	040G-V300									■	
MCP070	070C-V050			■				x	□		
	070C-V300					x			x	■	
	070D-V050				■				□		
	070D-V300									■	
	070F-V050					x			x	■	
	070F-V300									x	■
	070M-V050									x	■
	070M-V230										x

- optimale Kombination
 □ zulässige Kombination
 x zulässige Kombination - Maximalkraft ist jedoch reduziert, da Regler unterdimensioniert ist

Tab. 10-2: Motor-Regelgeräte-Kombinationen mit IndraDrive Cs

11 Motordimensionierung

11.1 Allgemeine Vorgehensweise

Die Dimensionierung bzw. Auslegung von Linearantrieben wird maßgeblich durch die anwendungsabhängigen Verläufe von Geschwindigkeit und Vorschubkraft als auch von der thermischen Anbindung bestimmt. Der prinzipielle Ablauf der Dimensionierung von Linearantrieben wird durch die nachfolgende Abbildung dargestellt.

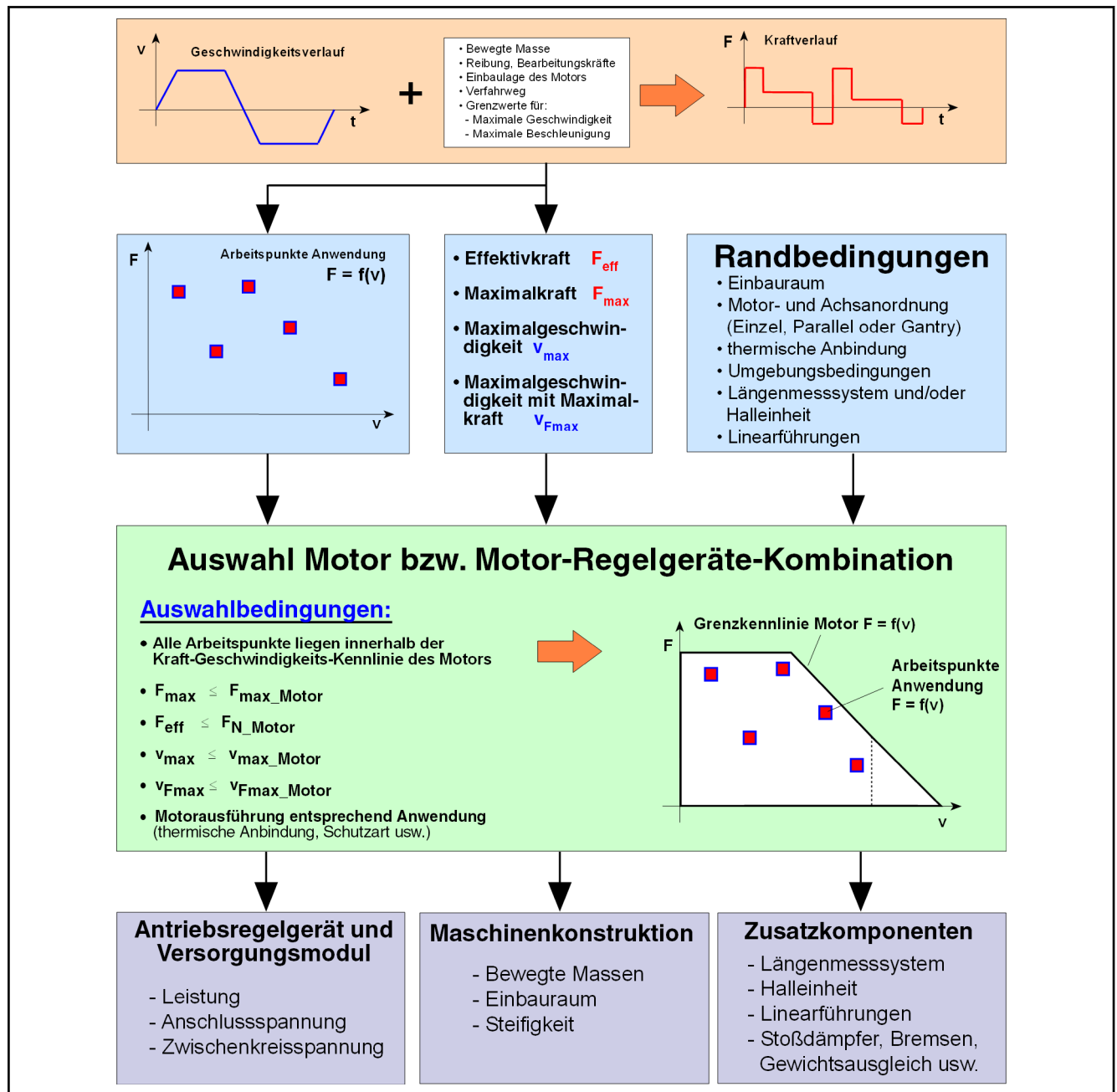


Abb. 11-1: Prinzipieller Ablauf bei der Dimensionierung von Linearantrieben

11.2 Grundlegende Formeln

11.2.1 Allgemeine Bewegungsgleichungen

Anhand der in nachfolgend dargestellten allgemeinen Gleichungen erfolgt die Berechnung der zur Motordimensionierung und -auswahl notwendigen Größen.



Die prozessbedingten Vorschubkräfte und Geschwindigkeiten dienen bei der Projektierung von linearen Direktantrieben ohne Umrechnungen direkt zur Antriebsauswahl.

Geschwindigkeit:	$v(t) = \frac{s(t)}{dt}$
Beschleunigung:	$a(t) = \frac{v(t)}{dt}$
Kraft:	$F(t) = a(t) \cdot m + F_0(t) + F_p(t)$
Effektivkraft:	$F_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T F(t)^2 dt}$
Mittlere Geschwindigkeit:	$v_{avg} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T v(t) dt$

$v(t)$	Geschwindigkeitsverlauf über Zeit in m/s
$s(t)$	Wegverlauf über Zeit in m
$a(t)$	Beschleunigungsverlauf über Zeit in m/s ²
$F(t)$	Kraftverlauf über Zeit in N
m	Bewegte Masse in kg
$F_0(t)$	Grundkraft und Reibung in N
$F_p(t)$	Prozess- bzw. Bearbeitungskraft in N
F_{eff}	Effektivkraft in N
v_{avg}	Mittlere Geschwindigkeit in m/s
t	Zeit in s
T	Gesamtzeit in s

Abb. 11-2: Allgemeine Bewegungsgleichungen

Häufig ist die mathematische Beschreibung der geforderten Positionen in Abhängigkeit der Zeit bekannt (NC-Programm, elektronische Kurvenscheibe). Anhand der Wegfunktion kann die Berechnung der Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kräfte erfolgen. Mit Standardsoftware, wie z.B. MS Excel oder MathCad, ist eine einfache Berechnung der erforderlichen Größen - auch bei komplizierten Verfahrensprofilen - möglich.



Für trapez-, dreieck- oder sinusförmige Geschwindigkeitsverläufe werden nachfolgend in diesem Kapitel detailliertere Zusammenhänge angegeben.

11.2.2 Vorschubkräfte

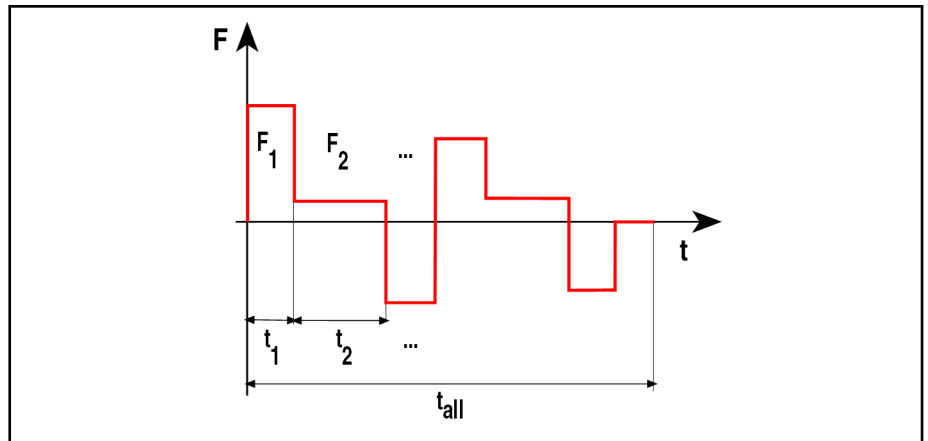


Abb. 11-3: Ermittlung Vorschubkräfte

Beschleunigungskraft: $F_{ACC} = m \cdot a$

Gewichtskraft: $F_W = m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \left(1 - \frac{f_{cb}}{100}\right)$

Reibkraft: $F_F = \mu \cdot (m \cdot g \cdot \cos \alpha + F_{ATT}) + F_0$

Maximalkraft: $F_{MAX} = F_{ACC} + F_F + F_W + F_P$

Effektivkraft: $F_{EFF} = \sqrt{\frac{F_1^2 \cdot t_1 + F_2^2 \cdot t_2 + \dots}{t_{all}}}$

F_{ACC}	Beschleunigungskraft in N
F_W	Gewichtskraft in N
F_F	Reibkraft in N
F_0	Zusätzliche Reib- bzw. Grundkraft in N (z.B. durch Dichtungen von Linearführungen)
F_{MAX}	Maximalkraft in N
F_{EFF}	Effektivkraft in N
F_P	Bearbeitungskraft in N
a	Beschleunigung in m/s^2
m	Bewegte Masse in kg
g	Erdbeschleunigung ($9,81 m/s^2$)
α	Achswinkel in Grad (0° : horizontale Achse; 90° : vertikale Achse)
f_{CB}	Gewichtsausgleich in %
t_{all}	Gesamtzeit Spieldauer in s
F_{ATT}	Anziehungskraft zwischen Primär- und Sekundärteil in N
μ	Reibkoeffizient

Abb. 11-4: Ermittlung Vorschubkräfte



Bei der Dimensionierung von Linearmotorantrieben ist die bewegte Masse der Motorkomponenten – vor allem bei relativ kleinen Schlittenmassen – zu berücksichtigen. Die bewegte Masse ist jedoch erst nach einer erfolgten Motorauswahl bekannt. Deshalb ist hierfür zunächst eine Annahme zu treffen und diese nach erfolgter Motorauswahl nochmals zu überprüfen.

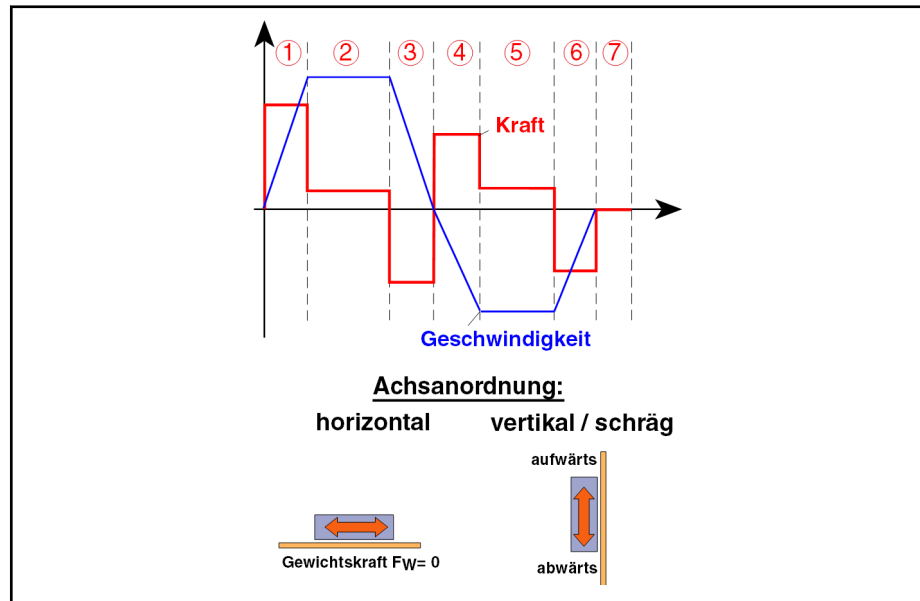


Abb. 11-5: Ermittlung resultierender Vorschubkräfte, abhängig von der Bewegungsart und -richtung

(1) Beschleunigung (aufwärts) :	$F = F_{ACC} + F_F + F_W$
(2) Konst. Geschwindigkeit (aufwärts) :	$F = F_F + F_W$
(3) Bremsen (aufwärts) :	$F = -F_{ACC} + F_F + F_W$
(4) Beschleunigung (abwärts) :	$F = F_{ACC} + F_F - F_W$
(5) Konst. Geschwindigkeit (abwärts) :	$F = F_F - F_W$
(6) Bremsen (abwärts) :	$F = -F_{ACC} + F_F - F_W$
(7) Pausenzeit:	$F = F_W$

F	resultierende Kraft in N
F_{ACC}	Beschleunigungskraft in N
F_W	Gewichtskraft in N
F_F	Reibkraft in N

Abb. 11-6: Ermittlung resultierender Vorschubkräfte, abhängig von der Bewegungsart und -richtung



Bei horizontaler Achsanordnung ist die Gewichtskraft $F_W = 0$. Weitere richtungsabhängige Grund- und Prozesskräfte sind zusätzlich zu berücksichtigen.

11.2.3 Mittlere Geschwindigkeit

Die mittlere Geschwindigkeit wird zur Bestimmung der mechanischen Dauerleistung des Antriebs benötigt. Die allgemeingültige Ermittlung der mittleren Geschwindigkeit ist in [Abb. 11-2 "Allgemeine Bewegungsgleichungen"](#) auf [Seite 140](#) angegeben. Für die einfache Ermittlung bei trapez- oder dreieckförmigen Geschwindigkeitsprofilen kann folgende Berechnung angewendet werden:

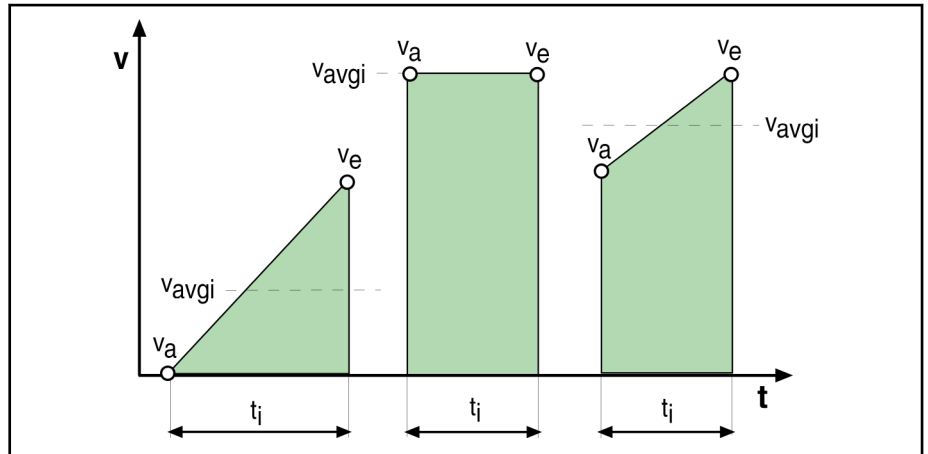


Abb. 11-7: Dreieck- oder trapezförmige Geschwindigkeitsprofile

$$v_{avg i} = \frac{|v_a| + |v_e|}{2}$$

$$v_{avg} = \frac{\sum v_{avg i} \cdot t_i}{t_{all}}$$

$v_{avg i}$	Mittlere Geschwindigkeit für ein Geschwindigkeitssegment mit der Dauer t_i in m/s
v_a	Anfangsgeschwindigkeit des Geschwindigkeitssegments in m/s
v_e	Endgeschwindigkeit des Geschwindigkeitssegments in m/s
v_{avg}	Mittlere Geschwindigkeit über Gesamtspieldauer in m/s
t_i	Dauer Geschwindigkeitssegment in s
t_{all}	Gesamtspieldauer, inkl. Pausen bzw. Stillstandszeiten, in s

Abb. 11-8: Ermittlung der mittleren Geschwindigkeit bei dreieck- oder trapezförmigen Geschwindigkeitsprofilen

11.2.4 Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil

Allgemeines

Diese Betriebsart ist charakteristisch für die meisten Anwendungen. Nach einer konstanten Beschleunigungsphase folgt eine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit bis zur Abbremsphase mit konstanter Verzögerung.

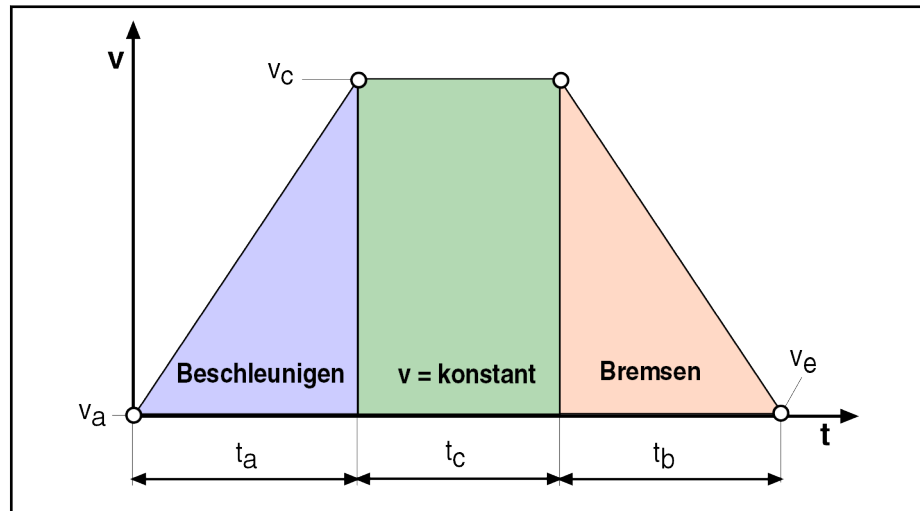


Abb. 11-9: Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil

Bei der Ermittlung der jeweiligen Kenngrößen Beschleunigung a , Geschwindigkeit v , Weg s und Zeit t für die Trapezfahrt ist eine Fallunterscheidung hinsichtlich der Geschwindigkeit zu treffen:

- Anfangsgeschwindigkeit $v_a = 0$ oder $v_a < 0$
- Endgeschwindigkeit $v_e = 0$ oder $v_e < 0$

Beschleunigen, Anfangsgeschwindigkeit $v_a = 0$



- Geschwindigkeit $v \neq \text{konstant}$
- Anfangsgeschwindigkeit $v_a = 0$
- Beschleunigung $a = \text{konstant und positiv}$

Beschleunigung:	$a = \frac{v_c}{t_a} = \frac{2 \cdot s}{t_a^2} = \frac{v_c^2}{2 \cdot s}$
Endgeschwindigkeit:	$v_c = a \cdot t_a = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_a}$
Weg:	$s = \frac{v_c}{2} \cdot t_a = \frac{v_c^2}{2 \cdot a} = \frac{a \cdot t_a^2}{2}$
Zeit:	$t_a = \frac{v_c}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$

a Beschleunigung in m/s²

v_c Endgeschwindigkeit in m/s

t_a Beschleunigungszeit in s

s Weg während Beschleunigung in m

Abb. 11-10: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Anfangsgeschwindigkeit v_a = 0 (bei trapezförmigem Geschwindigkeitsprofil)

Beschleunigen, Anfangsgeschwindigkeit v_a ≠ 0



- Geschwindigkeit v ≠ konstant
- Anfangsgeschwindigkeit v_a ≠ 0
- Beschleunigung a = konstant und positiv

Beschleunigung:
$$a = \frac{v_c - v_a}{t_a} = \frac{2 \cdot s}{t_a^2} - \frac{2 \cdot v_a}{t_a} = \frac{v_c^2 - v_a^2}{2 \cdot s}$$

Geschwindigkeit:
$$v_c = v_a + a \cdot t_a = \sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_a^2} = \frac{2 \cdot s}{t_a} - v_a$$

Weg:
$$s = \frac{v_c + v_a}{2} \cdot t_a = \frac{v_c^2 - v_a^2}{2 \cdot a} = v_a \cdot t_a + \frac{a \cdot t_a^2}{2}$$

Zeit:
$$t_a = \frac{v_c - v_a}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c + v_a} = \frac{\sqrt{2 \cdot a \cdot s + v_a^2} - v_a}{a}$$

a Beschleunigung in m/s²
v_c Endgeschwindigkeit in m/s
v_a Anfangsgeschwindigkeit in m/s
t_a Beschleunigungszeit in s
s Weg während Beschleunigung in m

Abb. 11-11: Gleichmäßig beschleunigte Bewegung, Anfangsgeschwindigkeit $v_a \neq 0$ (bei trapezförmigem Geschwindigkeitsprofil)

Konstante Geschwindigkeit



- Geschwindigkeit $v = \text{konstant}$
- Beschleunigung $a = 0$

Geschwindigkeit:
$$v_c = \frac{s_c}{t_c}$$

Weg:
$$s_c = v_c \cdot t_c$$

Zeit:
$$t_c = \frac{s_c}{v_c}$$

v_c Konstante Geschwindigkeit in m/s
t_c Zeit während konstanter Geschwindigkeit in s
s_c Weg während konstanter Geschwindigkeit in m

Abb. 11-12: Konstante Geschwindigkeit (bei trapezförmigem Geschwindigkeitsprofil)

Bremsen, Endgeschwindigkeit $v_e = 0$



- Geschwindigkeit $v \neq \text{konstant}$
- Endgeschwindigkeit $v_e = 0$
- Beschleunigung $a = \text{konstant und negativ}$

Beschleunigung:	$a = \frac{v_c}{t_b} = \frac{2 \cdot s}{t_b^2} = \frac{v_c^2}{2 \cdot s}$
Geschwindigkeit:	$v_c = a \cdot t_b = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_b}$
Weg:	$s = \frac{v_c}{2} \cdot t_b = \frac{v_c^2}{2 \cdot a} = \frac{a \cdot t_b^2}{2}$
Zeit:	$t_b = \frac{v_c}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c} = \sqrt{\frac{2 \cdot s}{a}}$

a Beschleunigung in m/s²
v_c Endgeschwindigkeit in m/s
t_b Bremszeit in s
s Weg während des Bremsens in m

Abb. 11-13: Gleichmäßig verzögerte Bewegung, Endgeschwindigkeit v_e = 0 (bei trapezförmigem Geschwindigkeitsprofil)

Bremsen, Endgeschwindigkeit v_e ≠ 0



- Geschwindigkeit v ≠ konstant
- Endgeschwindigkeit v_e ≠ 0
- Beschleunigung a = konstant und negativ

Beschleunigung:	$a = \frac{v_c - v_e}{t_b} = \frac{2 \cdot v_c}{t_b} - \frac{2 \cdot s}{t_b^2} = \frac{v_c^2 - v_e^2}{2 \cdot s}$
Geschwindigkeit:	$v_e = v_c - a \cdot t_b = \sqrt{v_c^2 - 2 \cdot a \cdot s} = \frac{2 \cdot s}{t_b} - v_c$
Weg:	$s = \frac{v_c + v_e}{2} \cdot t_b = \frac{v_c^2 - v_e^2}{2 \cdot a} = v_c \cdot t_b + \frac{a \cdot t_b^2}{2}$
Zeit:	$t_a = \frac{v_c - v_e}{a} = \frac{2 \cdot s}{v_c + v_e} = \frac{v_c - \sqrt{v_c^2 - 2 \cdot a \cdot s}}{a}$

a	Beschleunigung in m/s ²
v_c	Anfangsgeschwindigkeit in m/s
v_e	Endgeschwindigkeit in m/s
t_b	Bremszeit in s
s	Weg während des Bremsens in m

Abb. 11-14: Gleichmäßig verzögerte Bewegung, Endgeschwindigkeit $v_e \neq 0$ (bei trapezförmigem Geschwindigkeitsprofil)

11.2.5 Dreieckförmiges Geschwindigkeitsprofil

Dieser Geschwindigkeitsverlauf besitzt im Unterschied zum trapezförmigen Verlauf keine Phase konstanter Geschwindigkeit. Nach der Beschleunigungsphase folgt sofort die Abbremsphase. Bei kurzhubigen Bewegungen ist dieser Verlauf häufig anzutreffen.

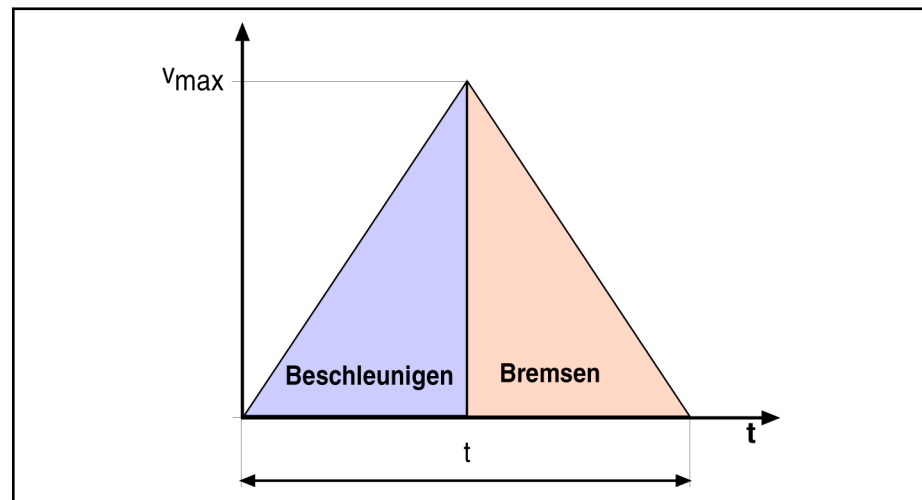


Abb. 11-15: Dreieckförmiges Geschwindigkeitsprofil

Beschleunigung:	$a = \frac{2 \cdot v_{\max}}{t} = \frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{t^2} = \frac{v_{\max}^2}{s}$
Geschwindigkeit:	$v_{\max} = \frac{a \cdot t}{2} = \sqrt{a \cdot s_{\text{all}}} = \frac{2 \cdot s_{\text{all}}}{t}$
Weg:	$s_{\text{all}} = \frac{v_{\max} \cdot t}{2} = \frac{v_{\max}^2}{4 \cdot a} = \frac{a \cdot t^2}{4}$
Zeit:	$t = \frac{2 \cdot v_{\max}}{a} = \frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{v_{\max}} = \sqrt{\frac{4 \cdot s_{\text{all}}}{a}}$

$v_{\max}$ Maximal erreichbare Geschwindigkeit in m/s

a Beschleunigung in m/s²

s_{all} Gesamter Verfahrweg in m

t Positionierzeit in s

Abb. 11-16: Berechnung dreieckförmiges Geschwindigkeitsprofil

11.2.6 Sinusförmiges Geschwindigkeitsprofil

Dieser Geschwindigkeitsverlauf ergibt sich zum Beispiel bei Zirkularinterpolation zweier Achsen (Kreisfahrt) oder bei der oszillierenden Bewegung einer Achse, z.B. bei der Schleifbearbeitung.

Die vorgegebenen Größen sind meist der Verfahrweg s bzw. der Kreisdurchmesser $2r$ und die Periodendauer T .

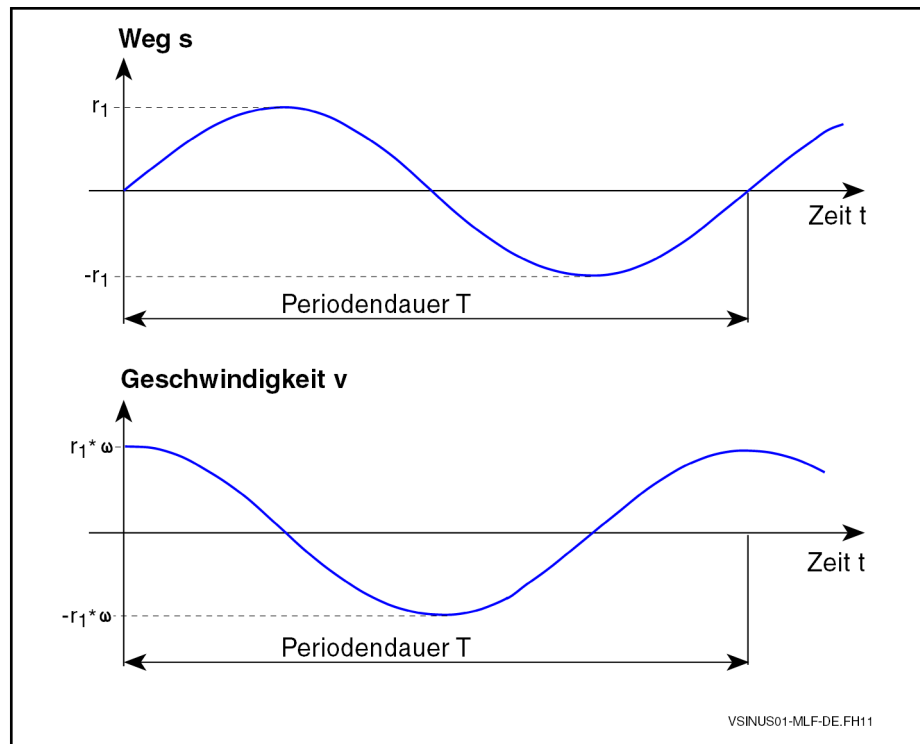


Abb. 11-17: Weg- und Geschwindigkeit einer Achse bei sinusförmiger Geschwindigkeit einfügen

Weg:	$s(t) = r_1 \cdot \sin(\omega \cdot t)$
Geschwindigkeit:	$v(t) = r_1 \cdot \cos(\omega \cdot t) \cdot \omega$
Beschleunigung:	$a(t) = -r_1 \cdot \sin(\omega t) \cdot \omega^2$
Ruck:	$r(t) = -r_1 \cdot \cos(\omega t) \cdot \omega^3$
	$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$

$s(t)$	Zeitlicher Verlauf des Wegs
r_1	Radius
$v(t)$	Zeitlicher Verlauf der Geschwindigkeit
t	Zeit
$a(t)$	Beschleunigung
ω	Kreisfrequenz
T	Periodendauer
f	Frequenz

Abb. 11-18: Berechnungsformeln für Weg- und Geschwindigkeit einer Achse bei sinusförmiger Geschwindigkeit

Anhand Abb. 11-17 "Weg- und Geschwindigkeit einer Achse bei sinusförmiger Geschwindigkeit einfügen" auf Seite 150 und Abb. 11-18 "Berechnungs-

formeln für Weg- und Geschwindigkeit einer Achse bei sinusförmiger Geschwindigkeit" auf Seite 150 ergeben sich folgende Berechnungsgrundlagen:

Maximale Beschleunigung:	$a_{\max} = r \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi}{T} \right)^2$
Maximale Geschwindigkeit:	$v_{\max} = r \cdot \frac{2 \cdot \pi}{T}$
Mittlere Geschwindigkeit:	$v_{\text{avg}} = \frac{2 \cdot v_{\max}}{\pi} = \frac{4 \cdot r}{T}$
Beschleunigungskraft:	$F_{\text{ACC}} = a_{\max} \cdot m$
Effektivkraft:	$F_{\text{EFF}} = \sqrt{\frac{F_{\text{acc}}^2}{2} + F_0^2}$
Achsanordnung vertikal:	$F_{\text{EFFv}} = \sqrt{\frac{F_{\text{acc}}^2 + F_{0 \text{ up}}^2 + F_{0 \text{ down}}^2}{2}}$
Grundkraft Aufwärtsbewegung:	$F_{0 \text{ up}} = F_0 + F_w$
Grundkraft Abwärtsbewegung:	$F_{0 \text{ down}} = F_0 - F_w$

$a_{\max}$	Maximalbeschleunigung in m/s ²
$v_{\max}$	Maximalgeschwindigkeit in m/s
r	Verfahrweg in eine Richtung oder Radius in m
T	Periodendauer in s
m	Bewegte Masse in kg
F_{ACC}	Beschleunigungskraft in N
F_{EFF}	Effektivkraft in N
F_{EFFv}	Effektivkraft bei vertikaler oder schräger Achsanordnung in N
F_0	Grundkraft, z.B. Reibkraft, in N
F_w	Gewichtskraft in N

Abb. 11-19: Berechnungsformeln für sinusförmiges Geschwindigkeitsprofil



Weitere richtungsabhängige Grund- und Prozesskräfte sind zusätzlich zu berücksichtigen.

11.3 Einschaltdauer und Vorschubkraft

11.3.1 Allgemeines

Die relative Einschaltdauer ED gibt den möglichen Anteil der Belastung bezogen auf eine Gesamtspieldauer inklusive Pausenzeiten in Prozent an. Die Begrenzung der Einschaltdauer erfolgt durch die thermische Auslastbarkeit des Motors. Die Belastung des Motors mit Dauernennkraft ist über die gesamte Spieldauer möglich. Um den Motor mit höheren Vorschubkräften thermisch nicht zu überlasten, muss eine Reduzierung der Einschaltdauer bei $F > F_{dN}$ erfolgen (siehe [Abb. 11-20 "Zusammenhang zwischen Einschaltdauer und Vorschubkraft" auf Seite 152](#)).

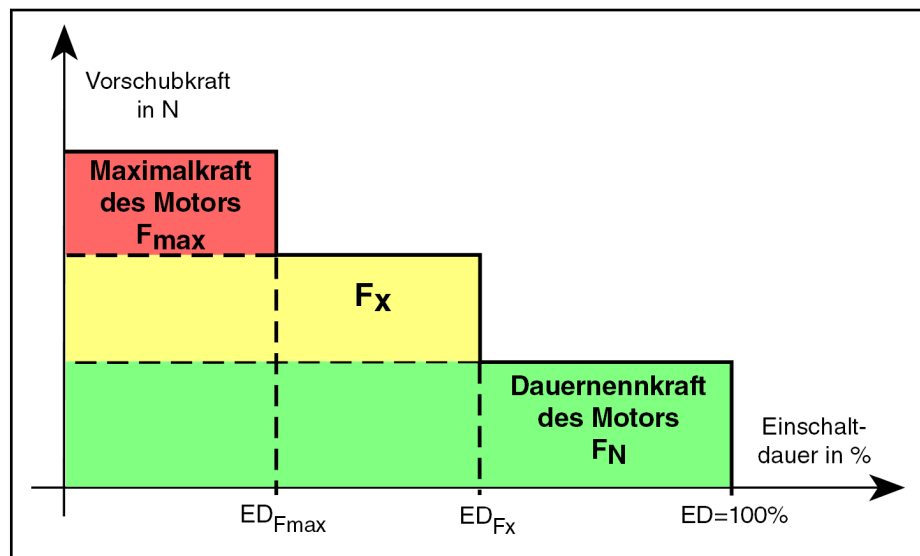


Abb. 11-20: Zusammenhang zwischen Einschaltdauer und Vorschubkraft

11.3.2 Ermittlung der Einschaltdauer

Aufgrund des linearen Zusammenhangs von Kraft und Strom erfolgt die Ermittlung der relativen Einschaltdauer ED_{ideal} über den Zusammenhang:

$$ED_{ideal} = \left(\frac{F_{EFF}^2}{F_{MAX}^2} \right) \cdot 100$$

ED_{ideal}	Relative Einschaltdauer in %
F_{EFF}	Effektivkraft bzw. Dauerkraft in N
F_{MAX}	Maximale Vorschubkraft

Abb. 11-21: Näherungsweise Bestimmung der Einschaltdauer ED

Die Ermittlung der möglichen relativen Einschaltdauer kann mit Hilfe von [Abb. 11-22 "Bestimmung der Einschaltdauer ED" auf Seite 153](#) erfolgen.

$$ED_{real} = \frac{P_{vN}}{P_{AVG a}} \cdot 100$$

ED_{real}	Mögliche relative Einschaltdauer in %
P_{vN}	Maximale abführbare Verlustleistung des Motors in W (Dauer- verlustleistung siehe Kapitel 4 Technische Daten)
$P_{AVG a}$	Mittlere Motorverlustleistung in Anwendung über einer Spiel- dauer inklusive Pausenzeiten in W

Abb. 11-22: Bestimmung der Einschaltdauer ED

11.4 Bestimmung der Antriebsleistung

11.4.1 Allgemeines

Zur Dimensionierung des Versorgungsmoduls oder der Netzanschlussleistung muss die Dauer- und Maximalleistung des Linearantriebs bestimmt werden.



Bei der Ermittlung der Gesamtleistung mehrerer an einem Versorgungsmodul angeschlossenen Antriebe ist der entsprechende Gleichzeitigkeitsfaktor zu berücksichtigen.

11.4.2 Dauerleistung

Die Dauerleistung entspricht der Summe aus mechanischer und elektrischer Leistung des Motors.

Dauerleistung gesamt: $P_c = P_{cm} + P_v$

Mechanische Dauerleistung: $P_{cm} = F_{eff} \cdot v_{avg}$

Elektrische Dauerleistung: $P_v = \left(\frac{F_{eff}}{F_N} \right)^2 \cdot P_{vN} \quad \text{mit } F_{eff} \leq F_N$

P_c	Dauerleistung in W
P_{cm}	Mechanische Dauerleistung in W
P_v	Elektrische Dauerverlustleistung des Motors in W
F_{eff}	Effektivkraft in N (aus Anwendung)
v_{avg}	Mittlere Geschwindigkeit in m/s
F_N	Nennkraft des Motors in N (siehe Kapitel 4 Technische Daten)
P_{vN}	Nennverlustleistung des Motors in W (siehe Kapitel 4 Technische Daten)

Abb. 11-23: Dauerleistung des Linearmotors



Bei Reduzierung der Dauernennkraft erfolgt eine Reduzierung der elektrischen Dauerleistung (siehe [Abb. 11-23 "Dauerleistung des Linearmotors" auf Seite 153](#)).

11.4.3 Maximalleistung

Die maximale Leistung ist ebenfalls die Summe aus mechanischer und elektrischer Maximalleistung und muss dem Antrieb z.B. während Beschleunigungs- und Bremsphasen oder bei sehr hohen Bearbeitungskräften zur Verfügung gestellt werden.

Maximalleistung gesamt: $P_{\max} = P_{\max m} + P_{\max e}$

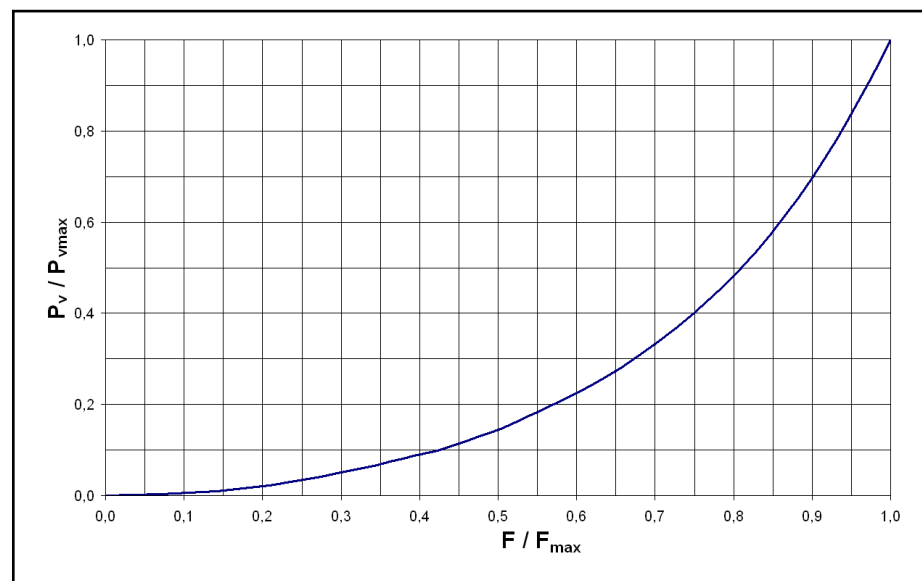
Mechanische Maximalleistung: $P_{\max m} = F_{\max} \cdot v_{F \max}$

$P_{\max}$	Maximalleistung gesamt in W
$P_{\max m}$	Mechanische Maximalleistung in W
$P_{\max e}$	Elektrische Maximalleistung in W (siehe nachfolgendes Diagramm)
$F_{\max}$	Maximale Vorschubkraft in N
$v_{F \max}$	Maximalgeschwindigkeit mit $F_{\max}$ in N

Abb. 11-24: Maximale Leistung des Linearmotors



Bei Reduzierung der maximalen Vorschubkraft gegenüber der erreichbaren Maximalkraftkraft des Motors erfolgt ebenfalls eine Reduzierung der elektrischen Maximalleistung $P_{\max e}$. Zur Ermittlung der reduzierten elektrischen Maximalleistung $P_{\max e}$ dient [Abb. 11-25 "Diagramm zur Bestimmung der reduzierten elektrischen Verlustleistung"](#) auf Seite 154.



$F_{\max}$	Maximalkraft des Motors in N
F	Maximalkraft Anwendung in N
$P_{v \max}$	Maximalverlustleistung des Motors in W
P_v	Verlustleistung des Motors Anwendung in W

Abb. 11-25: Diagramm zur Bestimmung der reduzierten elektrischen Verlustleistung

11.4.4 Verlustleistung

Die Verlustleistung entspricht der elektrischen Dauerverlustleistung des Motors.

$$\text{Kühlleistung: } P_{ce} = \left(\frac{F_{eff}}{F_N} \right)^2 \cdot P_{VN} \quad \text{mit } F_{eff} \leq F_N$$

P_V	Elektrische Verlustleistung des Motors in W
F_{eff}	Effektivkraft in N
F_N	Nennkraft des Motors in N (siehe Kap. 4 Technische Daten)
P_{VN}	Nennverlustleistung des Motors in W (siehe Kap. 4 Technische Daten)

Abb. 11-26: Erforderliche Kühlleistung des Linearmotors

11.5 Rückspeiseleistung

Die zurückgespeiste Leistung eines Linearmotors während Bremsphasen ist im Vergleich zu rotativen Servomotoren geringer, da die translatorische Geschwindigkeit eines Linearmotors im allgemeinen viel geringer als die Umfangsgeschwindigkeit eines rotativen Servomotors ist.

Die Rückspeiseleistung eines Synchron-Linearantriebs ergibt sich aus der Energiebilanz während des Bremsens und kann zur Dimensionierung von zusätzlichen Bremswiderständen oder rückspeisefähigen Versorgungseinheiten wie folgt abgeschätzt werden:

$$P_R = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot t_b} - \frac{v \cdot F_R}{2} - \frac{3}{2} \cdot m^2 \cdot R_{12, warm} \cdot \left(\frac{a_{max}}{k_{iFN}} \right)^2$$

$$R_{12, warm} = R_{12} \cdot (1 + \Delta\vartheta \cdot \alpha_{Cu})$$

$$P_{Ravg} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T P_R(t) dt = \frac{\sum P_{Ri} \cdot t_{bi}}{t_{all}}$$

P_R	Rückspeiseleistung während einer Bremsphase in W
P_{Ravg}	Mittlere Rückspeiseleistung über Gesamtspieldauer in W
m	Bewegte Masse in kg
v	Maximale Geschwindigkeit in m/s
t_b	Bremszeit in s
F_R	Reibkraft in N
R_{12}	Wicklungswiderstand des Motors bei 20°C in Ohm (siehe Kapitel 4 Technische Motordaten)
a_{max}	Bremsverzögerung (negative Beschleunigung) in m/s²
k_{iFN}	Motorkonstante in N/A
t_{all}	Gesamtspieldauer in s

Abb. 11-27: Rückspeiseleistung des Linearmotors

Voraussetzung: Reibung geschwindigkeitsunabhängig

Konstante Verzögerung

Endgeschwindigkeit = 0



Ist die nach [Abb. 11-27](#) ermittelte Rückspeiseleistung negativ, wird keine Energie zurückgespeist, d.h. dem Motor muss beim Bremsen Energie zugeführt werden.

11.6 Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad elektrischer Maschinen ist das Verhältnis zwischen abgegebener und zugeführter Leistung und wird bei Linearmotoren durch die anwendungsabhängigen Verfahrgeschwindigkeiten und Kräfte sowie die entsprechenden Motorverluste bestimmt.

Eine Ermittlung bzw. Einschätzung des Motorwirkungsgrades kann mit Hilfe von [Abb. 11-28](#) "Wirkungsgradermittlung bei Linearmotoren" auf Seite 156 erfolgen.

$$\eta = \frac{P_{mech}}{P_{mech} + P_v} = \frac{F \cdot v}{(F \cdot v) + P_v} = \frac{1}{1 + \frac{P_v}{F \cdot v}}$$

η	Wirkungsgrad
P_{mech}	Mechanische Leistung in W
P_v	Verlustleistung in W
F	Vorschubkraft in N
v	Geschwindigkeit in m/s
Abb. 11-28: Wirkungsgradermittlung bei Linearmotoren	

12 Handhabung, Transport und Lagerung

12.1 Auslieferungszustand und Verpackung

12.1.1 Primärteile

Die Primärteile sind in einem Karton verpackt. Zur Identifikation ist an der Verpackung die Typenbezeichnung des Primärteils vorhanden.

12.1.2 Sekundärteile

Die Sekundärteile sind einzeln in einem Karton verpackt. Zur Identifikation ist an der Verpackung die Typenbezeichnung des Sekundärteils vorhanden.

Warnhinweise an der Verpackung der Sekundärteile

An der Verpackung der Sekundärteile befindet sich ein selbstklebendes Warnhinweisschild das mit folgenden Warnhinweisen auf die Gefahren nach dem Öffnen der Verpackung und dem anschließenden Handling der Sekundärteile hinweist.

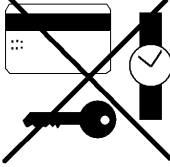
	⚠ WARNING Health hazard to people with heart pacemakers, metal implants and hearing aids when in proximity to these parts! Strong magnetic fields due to permanent motor magnets! ⇒ Anyone with pacemakers, metal implants or hearing aids are not permitted to approach or to handle these motor parts. ⇒ If you have such conditions, consult with a physician prior to handling these parts.	⚠ WARNING Gesundheitsgefahr für Personen mit Herzschrittmachern, metallischen Implantaten oder Splittern 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. 12-1: Warnhinweisschild an der Verpackung von Sekundärteilen



Das selbstklebende Warnhinweisschild (Abmessungen ca. 110 mm x 150 mm) kann zur eigenen Weiterverwendung bei Rexroth unter der Teilenummer R911278745 bestellt werden.

12.2 Prüfungen der Motorkomponenten

12.2.1 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

⚠ 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.

12.3 Transport und Lagerung

12.3.1 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 den Sekundärteilen!

Die Innenseite der Sekundärteile ist mit Permanentmagneten beklebt. Achten Sie darauf, dass keine ferromagnetischen Kleinteile wie z. B. Schrauben in den Luftspalt fallen. Beachten Sie zudem die Warnhinweise am [Abb. 12-1 "Warnhinweisschild an der Verpackung von Sekundärteilen"](#) auf Seite 157.

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. 12-1: Zum Transport zulässige Klassen von Umweltbedingungen

Zur besseren Übersicht werden nachfolgend einige wesentliche Umwelteinflussgrößen der vorgenannten Klassifizierungen dargestellt. 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.

Abweichend zur DIN EN 60721-3-2 zulässige Umweltbedingungen

Umwelteinflussgröße	Einheit	Wert
Temperatur	°C	-25 ... +70 ¹⁾
Relative Luftfeuchte	%	5 ... 75 ¹⁾
Absolute Luftfeuchte	g/m ³	1 ... 29 ¹⁾

1) Abweichend von der DIN EN 60721-3-2

Tab. 12-2: Abweichend zulässige Transportbedingungen

Luftfracht

⚠ VORSICHT

Mögliche Beeinflussung von Flugzeugbord-elektronik durch Magnetfelder!

⇒ Beachtung der Verpackungs- und Transportvorschriften (IATA 953)

12.3.2 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.

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.

Zur Lagerung 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. 12-3: Zur Lagerung zulässige Klassen von Umweltbedingungen

Zur besseren Übersicht werden nachfolgend einige wesentliche Umwelteinflussgrößen der vorgenannten Klassifizierungen dargestellt. 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.

Abweichend zur DIN EN 60721-3-1 zulässige Umweltbedingungen

Umwelteinflussgröße	Einheit	Wert
Lufttemperatur	°C	-25 ... +55 ¹⁾
Relative Luftfeuchte	%	5 ... 75 ¹⁾
Absolute Luftfeuchte	g/m³	1 ... 29 ¹⁾

1) Abweichend von der DIN EN 60721-3-1

Tab. 12-4: Abweichend zulässige Lagerbedingungen

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. 12-5: 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. 12-6: Maßnahmen vor der Inbetriebnahme langzeitgelagerter Kabel und Steckverbinder

13 Montage

13.1 Grundlegende Voraussetzungen

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

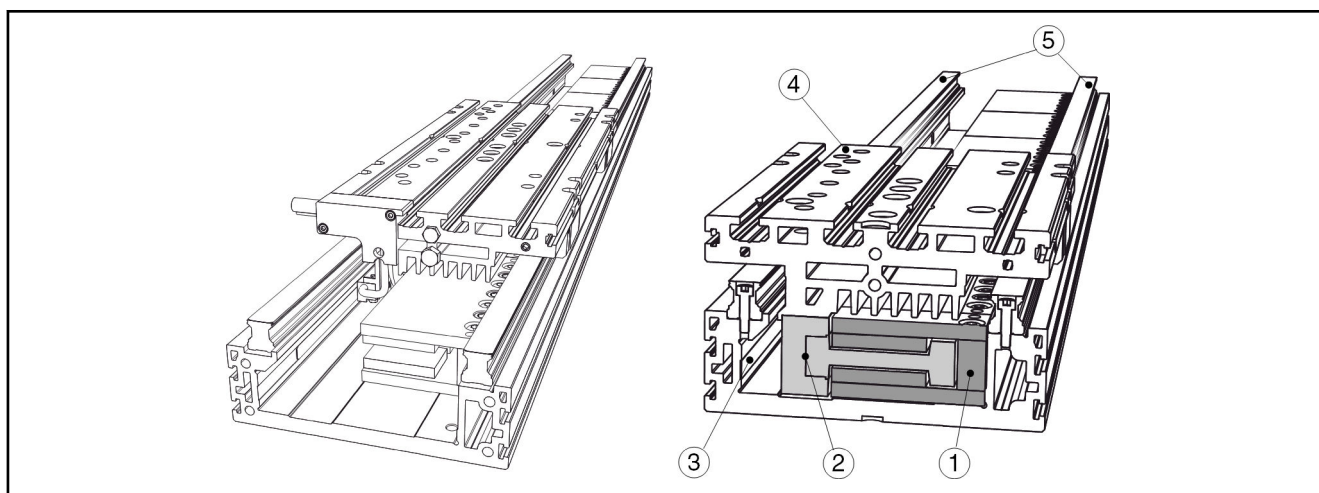
- Einhaltung der notwendigen Einbaumaße (siehe [Kap. 5.1 "Maßangaben" auf Seite 47](#))
- Maschinenkonstruktion erfüllt die Anforderungen zum Einbau (Steifigkeiten, Anziehungs-, Vorschub- und Beschleunigungskräfte usw.) und ist zum Einbau der Motorkomponenten vorbereitet
- Saubere Anschraubflächen zwischen Maschine und Motorkomponenten
- Einbau der Motorkomponenten nur durch geschultes Personal
- Die Einhaltung der Gefahren- und Sicherheitshinweise ist gewährleistet

13.2 Anordnung der Motorkomponenten

In welcher Lage die Motorkomponenten in die Maschine eingebaut werden, muss bereits bei der Planung der Maschine berücksichtigt und festgelegt werden. Die Anschlag- bzw. Anschraubflächen müssen vom Maschinenhersteller zum Einbau der Motorkomponenten vorbereitet sein.

Grundsätzlich gibt es keine Einschränkung bzgl. der Anordnung der Motorkomponenten. Von Vorteil kann jedoch sein, das Sekundärteil zur Seite (siehe [Abb. 13-1 "Anordnung der Motorkomponenten im einbaufertigen Compactmodul CKL von Rexroth" auf Seite 162](#)) oder nach unten gekippt zu montieren damit kein Schmutz, Bearbeitungsrückstände etc. von oben in den Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil fallen kann. Beachten Sie in diesem Zusammenhang jedoch unbedingt die Hinweise unter [Kap. 9.12.4 "Schutz des Motoreinbauraumes" auf Seite 115](#) wie der Einbauraum zu gestalten ist, damit die Motorkomponenten optimal geschützt sind. Nachfolgende Grafik zeigt eine Möglichkeit wie ein Motor eingebaut werden kann. Je nach Anwendung kann auch eine andere Anordnung zu bevorzugen sein.

Montage



- ① Sekundärteil MCS
- ② Primärteil MCP
- ③ Messsystem
- ④ Maschinenschlitten
- ⑤ Führungen / Profilschienen

Abb. 13-1: Anordnung der Motorkomponenten im einbaufertigen Compactmodul CKL von Rexroth

13.3 Einbau der Motorkomponenten

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.

Für nachfolgend aufgeführte Montagebeispiele wird jedoch immer vorausgesetzt, dass die Motoren in Einzelanordnung aufgebaut werden.

- **Möglichkeit A**

Montieren Sie zunächst die Sekundärteile. Schieben Sie anschließend das Primärteil von der Seite in die Sekundärteile und befestigen es an der Maschine. Die Primärteile des MCP015 können aufgrund der Bauform (T-Shape) auch von oben in das Sekundärteil geführt werden.

- **Möglichkeit B**

Montieren Sie zunächst nur ein Sekundärteil. Schieben Sie das Primärteil stirnseitig (oder MCP015 auch von oben) in das Sekundärteil und befestigen es an der Maschine. Montieren Sie anschließend die restlichen Sekundärteile.

- **Möglichkeit C**

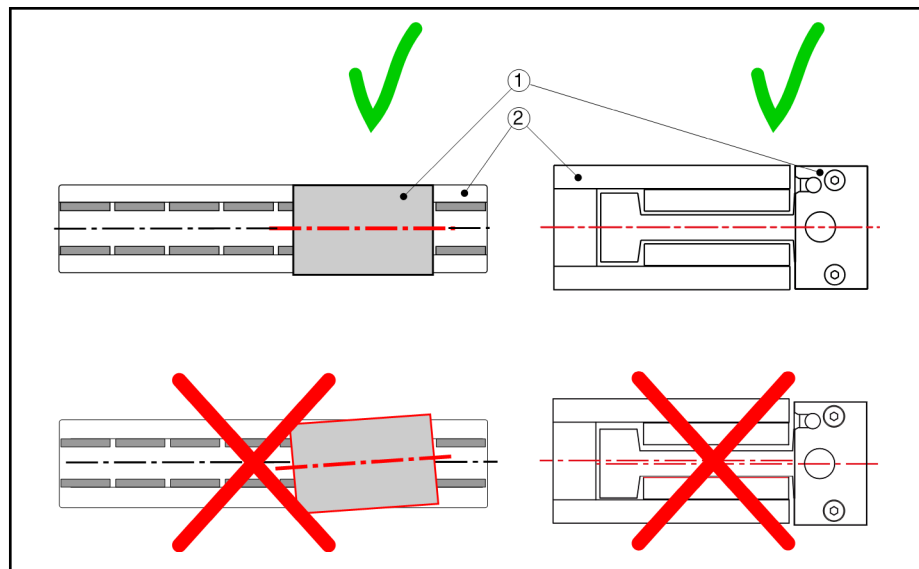
Montieren Sie zunächst das Primärteil und anschließend das/die Sekundärteile.

13.4 Luftspalt, Parallelität und Symmetrie der Motorkomponenten

Parallelität und Symmetrie

Bei der Montage von Primär- und Sekundärteil ist deren Position durch die gefertigten Bohrungen bzw. Gewinde im Maschinenschlitten und im Maschinenbett vorgegeben.

Bedingt durch das Spiel, das in den Bohrungen der Schraubverbindungen vorhanden ist, müssen die Motorkomponenten vor dem Festziehen der Schrauben gemäß [Abb. 13-2 "Ausrichtung der Motorkomponenten" auf Seite 164](#) korrekt ausgerichtet werden. Dies kann erfolgen durch Andrücken der Motorkomponenten gegen die Anschraub- und Anschlagflächen. Wurden die Einbaumaße in [Tab. 5-1 "Einbaumaße und Toleranzen MCL015" auf Seite 48](#) und [Tab. 5-2 "Einbaumaße und Toleranzen MCL020 ... 070" auf Seite 49](#) eingehalten, ergibt sich automatisch die korrekte Anordnung beider Motorkomponenten zueinander.



① Sekundärteil

② Primärteil

Abb. 13-2: Ausrichtung der Motorkomponenten

Luftspalt

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.

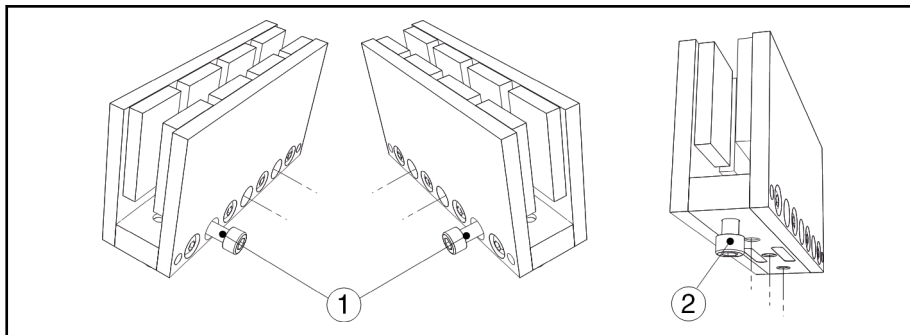
13.5 Befestigung Sekundärteil

Achten Sie auf Sauberkeit während der Montage. Es darf sich kein Schmutz an den Anschraub- und Anschlagflächen befinden und es darf kein Schmutz oder sonstige Teile (z. B. Schrauben, Unterlegscheiben etc.) in den Anziehungsbereich der Magnete am Sekundärteil gelangen. Jegliche Art Fremdkörper in diesem Bereich könnten das Primär- oder Sekundärteil bereits beim erstmaligen Verfahren der Motorkomponenten unbrauchbar machen.



- Aus Sicherheitsgründen darf das Sekundärteil vom Anwender bzw. Maschinenhersteller NICHT in seine Einzelteile zerlegt werden!
- Zur Befestigung des Sekundärteils dürfen nur neue, ungebrauchte Schrauben eingesetzt werden.
- Alle Schrauben sind nach dem Ausrichten des Sekundärteils (siehe [Kap. 13.4](#)) mit dem angegebenen Anzugsmoment anzuziehen. Zusätzlich ist die Schraubverbindung z. B. mit Loctite 243 zu sichern.
- Überprüfen Sie nach der Montage, dass sich keine Fremdkörper im Sekundärteil befinden.

Die Sekundärteile können über zwei Arten mit der Maschine verbunden werden.



① Befestigungsart Variante 1

② Befestigungsart Variante 2

Abb. 13-3: Sekundärteil Befestigungsarten

Vor dem Anschrauben der Sekundärteile an die Maschinenkonstruktion müssen die Anschraub- und Anschlagflächen gereinigt werden sowie öl- und fettfrei sein. Die geeignete Schraubenauswahl sowie deren Anzugsmomente sind nachfolgenden Tabellen zu entnehmen.

HINWEIS

Motorschaden durch ungenügenden Luftspalt zwischen Primär- und Sekundärteil!

Beim Befestigen der Sekundärteile nach Variante 2 ist unbedingt darauf zu achten, dass die in der Tabelle angegebene maximale Einschraubtiefe eingehalten wird. Bei Missachtung kann das Primärteil durch Kollision mit überstehenden Schrauben irreparabel beschädigt werden.

Befestigungsart - Variante 1

Sekundärteil MCS...	Bohrungs- durchmesser im Sekun- därteil	maximale Einschraubtiefe	Schraubengröße (DIN EN ISO 4762)	Festigkeitsklasse	Anzugsdrehmo- ment (+/-10 %)
		Variante 1			
015	4,5 mm	von der Kundenapplikation ab- hängig	M4	8.8	3,1 Nm
020	4,3 mm		M4		3,1 Nm
030	4,3 mm		M4		3,1 Nm
040	6,4 mm		M6		10,4 Nm
070	8,5 mm		M8		25 Nm

Tab. 13-1: Befestigungsart (Variante 1) mit Anzugsdrehmomenten für MCS

Befestigungsart - Variante 2

Sekundärteil MCS...	Gewinde- durchmesser im Sekun- därteil	maximale Einschraubtiefe	Schraubengröße (DIN EN ISO 4762)	Festigkeitsklasse	Anzugsdrehmo- ment (+/-10 %)
		Variante 2			
015	M4	9 mm	M4	8.8	3,1 Nm
020	M5	9 mm	M5		6,1 Nm
030	M5	9 mm	M5		6,1 Nm
040	M6	11 mm	M6		10,4 Nm
070	M8	12 mm	M8		25 Nm

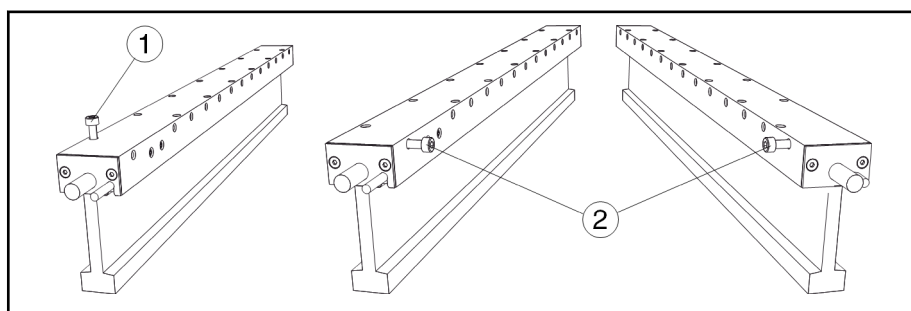
Tab. 13-2: Befestigungsart (Variante 2) mit Anzugsdrehmomenten für MCS

Die Berechnung der Festigkeit der Schraubverbindung zum Befestigen des Sekundärteils beruht auf der Annahme, dass die Anschraubfläche des Sekundärteils und die Anschraubfläche an der Maschine gereinigt sind, das Sekundärteil in direktem Kontakt mit der Maschine verschraubt wird und die Schrauben mit Loctite 243 gesichert sind.



- 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. bei Überprüfung des Anzugsdrehmoment) geschädigt und muss deshalb neu ausgeführt werden.
- Zur Befestigung des Sekundärteils sind alle Befestigungspunkte zu verwenden.

13.6 Befestigung des Primärteils



①

Befestigungsart Variante 1

②

Befestigungsart Variante 2

Abb. 13-4: Primärteil Befestigungsarten

Primärteil MCP...	Schrauben- größe (DIN EN ISO 4762)	Einschraubtiefe		Festigkeits- klasse	Anzugsd- rehmoment (+/-10 %)
		Variante 1	Variante 2		
015	M3	siehe Kapitel Kap. 5 "Maßblätter" auf Seite 47		8.8	1,3 Nm
020	M4				3,1 Nm
030					
040					
070	M6				10,4 Nm

Tab. 13-3: Anzugsmomente für die Befestigungsschrauben der Primärteile

Vor dem Anschrauben des Primärteils an die Maschinenkonstruktion müssen die Anschraub- und Anschlagflächen gereinigt werden sowie öl- und fettfrei sein. Alle Schraubverbindungen sind mit Schraubensicherung, z. B. Loctite 243, zu sichern.

Montageablauf:

1. Gewindebohrungen und Schrauben zur Montage vorbereiten.
2. Primärteil mit Schrauben 1, 2, 3 ... x befestigen, bis Primärteil am Schlitten anliegt.

Alle Schrauben - von innen nach aussen - in Anzugsreihenfolge 1, 2, 3 ... x mit Anzugsdrehmoment anziehen:

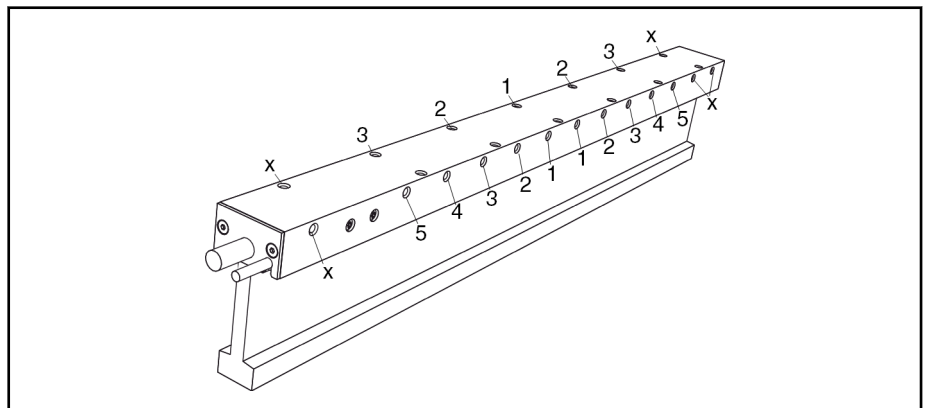


Abb. 13-5: Anzugsreihenfolge der Schrauben



- Zur Befestigung des Primärteils sind **alle Befestigungspunkte** zu verwenden.
- Die Wirkung der flüssigen Schraubensicherung Loctite 243 wird durch Lösen oder nochmaliges Anziehen der Schrauben (z. B. durch Drehmomentüberprüfung) geschädigt und muss deshalb neu ausgeführt werden.

13.7 Elektrischer Anschluss

Führen Sie den elektrischen Anschluss des Motors gemäß den Anschlussplänen und Angaben im [Kap. 8 "Anschlusstechnik" auf Seite 85](#) 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.
-

14 Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung

14.1 Allgemeines

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. 9.12 "Anforderungen an die Maschinenkonstruktion" auf Seite 113).
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.

14.2 Grundlegende Voraussetzungen

14.2.1 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

14.2.2 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

14.2.3 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.

14.3 Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf

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

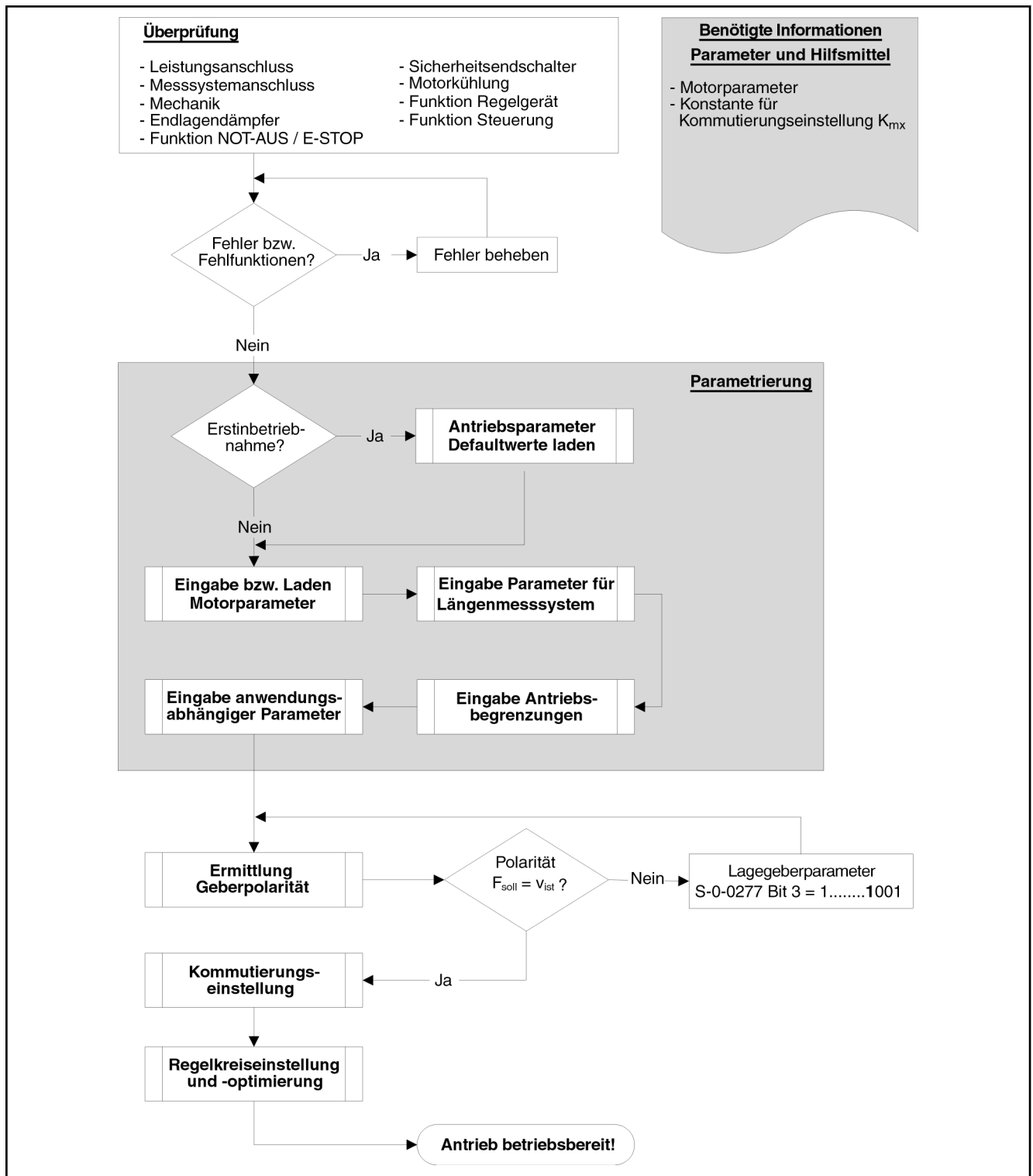


Abb. 14-1: Prinzipieller Inbetriebnahmeablauf bei Synchron-Linearantrieben

14.4 Parametrierung

14.4.1 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.

14.4.2 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

14.4.3 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. 14-1: 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 [Kapitel 4.2](#)).

14.4.4 Eingabe Parameter Längenmesssystem

Gebertyp Es muss eine Festlegung der Art des Längenmesssystems erfolgen. Dazu dient der Parameter P-0-0074, Gebertyp 1.

Gebertyp	P-0-0074
Inkrementales Messsystem	2
Absolutgeber mit ENDAT-Schnittstelle	8
Inkrementalgeber mit Hallsensor	14 oder 15 (je nach Hardwarekonfiguration)

Tab. 14-2: Festlegung Gebertyp



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

- Rexroth IndraDrive MPx-xx Parameterbeschreibung, MNR R911328650
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Parameterbeschreibung, MNR R911297316
- Rexroth IndraDrive Firmware MPx-xx Funktionsbeschreibung, MNR R911328669
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Anwendungsbeschreibung, MNR R911326484

Signalperiode Bei Längenmesssystemen für Linearmotoren werden **sinusförmige Signale** erzeugt und ausgewertet. Die Eingabe der Signalperiode muss im Parameter S-0-0116, Geber 1 Auflösung erfolgen.

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

14.4.5 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. 14.4.4 "Eingabe Parameter Längenmesssystem"](#) auf Seite 173.

14.5 Ermittlung der Polarität des Längenmesssystems

Um im Geschwindigkeitsregelkreis Mitkopplung zu vermeiden, muss die Wirkrichtung 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!

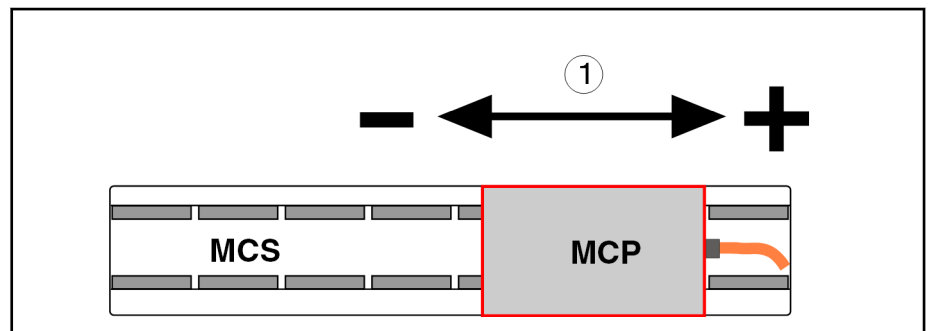
⇒ Sicherung gegen unkontrollierte Bewegung

⇒ Einstellung Wirkrichtung Motorkraft gleich Zählrichtung Längenmesssystem

Wirkrichtung Motorkraft

Für die Einstellung der richtigen Geberpolarität gilt:

Die Wirkrichtung der Motorkraft ist in Richtung des Kabelanschlusses des Primärteils immer positiv.

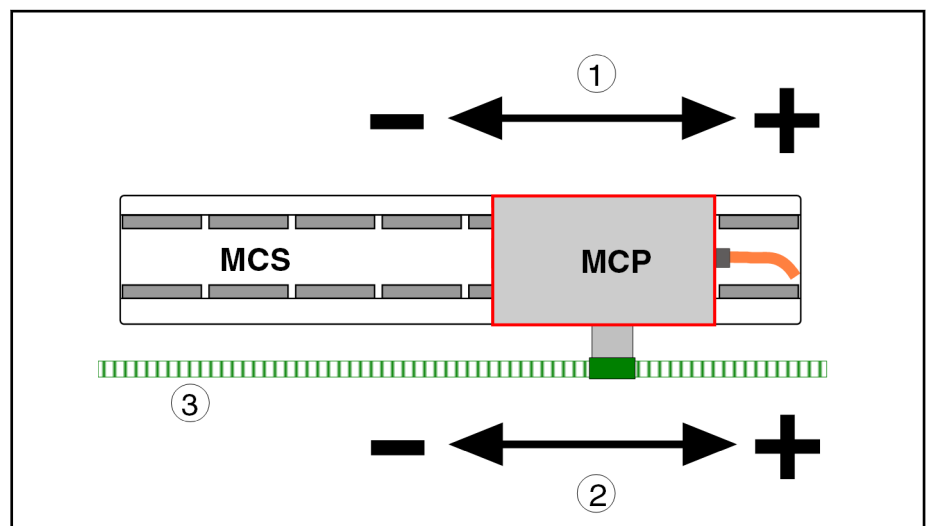


① Krafrichtung

Abb. 14-2: Wirkrichtung Motorkraft

Wirkrichtung Motorkraft = Zählrichtung Längenmesssystem

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



① Krafrichtung

② Zählrichtung

③ Längenmesssystem

Abb. 14-3: 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 den Parameter

S-0-0277, Lagegeberart 1 (Bit 3)

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

14.6 Kommutierungseinstellung

14.6.1 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.

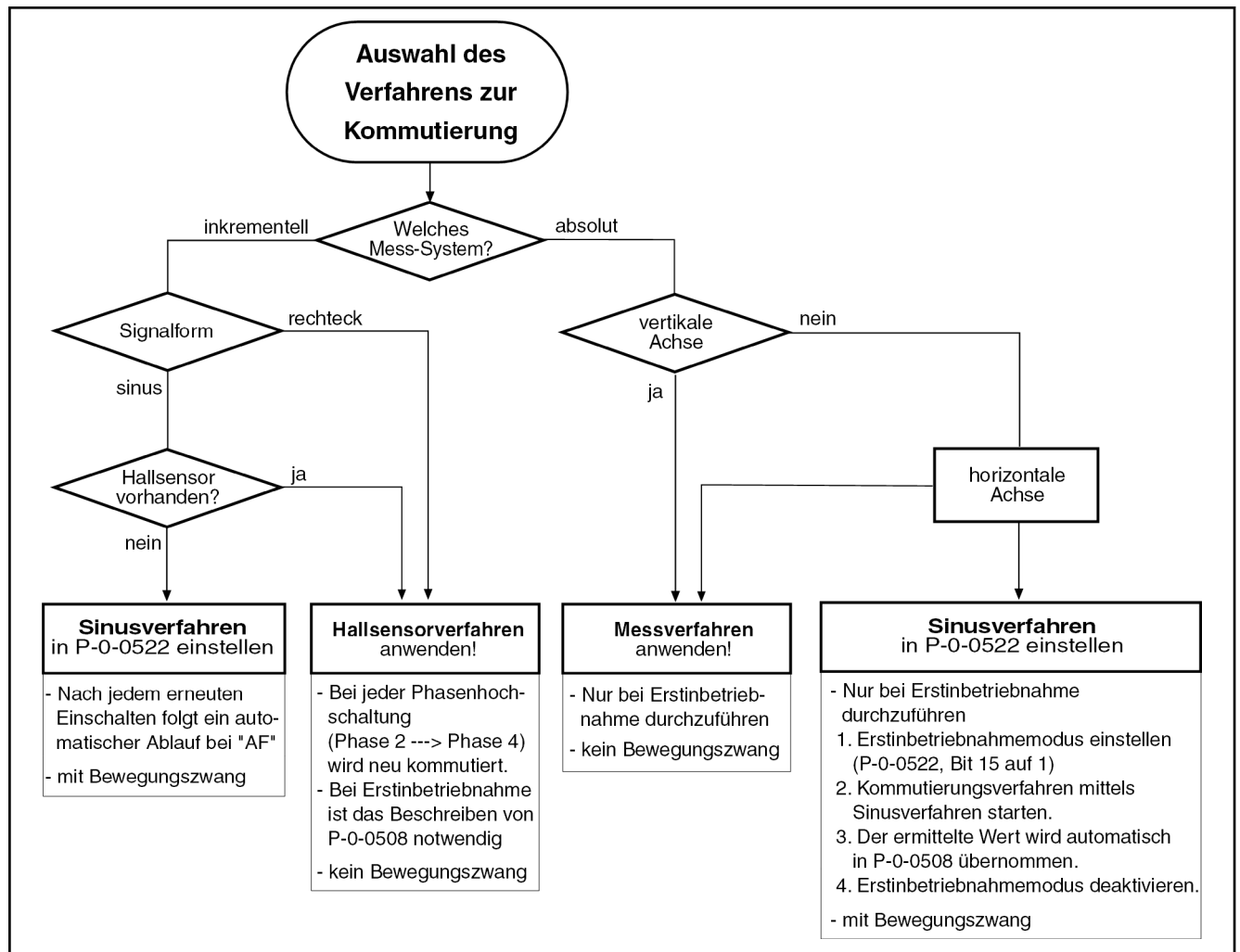


Abb. 14-4: Verfahren zur Kommutierungseinstellung bei eisenlosen Synchron-Linearmotoren



Beachten Sie folgende Voraussetzungen zur Kommutierungseinstellung:

- ⇒ Wirkrichtung Motorkraft = Zählrichtung Längenmesssystem
- ⇒ Motor- und Geberparametrierung korrekt
- ⇒ Einhaltung der beschriebenen Einstellprozeduren
- ⇒ Strom- und Geschwindigkeitsregelkreis muss sinnvoll parametrierung 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. 14.4.4 "Eingabe Parameter Längenmesssystem" auf Seite 173.](#)

- 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 Parameterbeschreibung • Rexroth IndraDrive MPx-xx, MNR R911328650 • Rexroth IndraDrive MPx-xx, MNR R911297316
S-0-0043	Geschwindigkeits-Polaritäten-Parameter	
S-0-0055	Lage-Polarität	
P-0-4014	Motorart	
P-0-0018	Polpaarzahl/Polpaarweite	
S-0-0116	S-0-0116, Geber 1 Auflösung	
P-0-0522	Steuerwort Kommutierungseinstellung	
P-0-0074	Gebertyp1 (Motorgeber)	

Tab. 14-3: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung

14.6.2 Sinusverfahren

Einschränkungen sowie detaillierte Hinweise zum Sinusverfahren finden Sie in

- Rexroth IndraDrive Firmware MPx-xx Funktionsbeschreibung, MNR R911328669
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Anwendungsbeschreibung, MNR R911326484

14.6.3 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 "Halleinheit" auf Seite 79](#).

- Kommutierung mittels analoger Halleinheit** Bei Betrieb an Rexroth IndraDrive Cs müssen folgende sercos-Parameter vor der Inbetriebnahme beschrieben werden.

Identnummer	Beschreibung	Wert
P-0-0508 (für MCP020)	Kommutierungs-Offset ¹⁾	590
P-0-0508 (für MCP030 ... 070)	Kommutierungs-Offset ¹⁾	922
P-0-0074	Gebertyp1 (Motorgeber)	15

- 1) Der Parameter wird hier zur Eingabe der motorabhängigen Konstanten genutzt. Er stellt nicht den tatsächlichen Kommutierungs-Offset dar. Dieser wird nach automatischer Berechnung im Parameter P-0-0521 "Wirksamer Kommutierungs-Offset" angezeigt.

Tab. 14-4: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung

Mit den vorgenannten Einstellungen wird der wirksame Kommutierungs-Offset (P-0-0521) bei Umschaltung in den Betriebsmodus automatisch berechnet. Der Antrieb ist bereit zur Leistungszuschaltung.



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

Bei Betrieb an Rexroth IndraDrive Cs müssen folgende sercos-Parameter vor der Inbetriebnahme beschrieben werden:

Identnummer	Beschreibung	Wert
P-0-0509 (für MCP020)	Kommutierungs-Offset, grob ¹⁾	946
P-0-0509 (für MCP030 ... 070)	Kommutierungs-Offset, grob ¹⁾	62
P-0-0074	Gebertyp1 (Motorgeber)	23

- 1) Der Parameter wird zur Eingabe der motorabhängigen Konstanten genutzt. Er stellt nicht den tatsächlichen Kommutierungs-Offset dar. Dieser wird nach automatischer Berechnung im Parameter P-0-0521 "Wirksamer Kommutierungs-Offset" angezeigt.

Tab. 14-5: Zu überprüfende Parameter vor der Kommutierungseinstellung

Mit den 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 +/- 30° elektrisch erreicht. Hierbei ist mit einem maximalen Kraftverlust von 14 % zu rechnen.

Damit die maximale Motorkraft zur Verfügung steht, muss ein "Referenzpunkt-optimaler Kommutierungs-Offset" am Referenzpunkt hinterlegt werden.

Vorgehensweise am IndraDrive Cs:

1. Erstinbetriebnahmemodus aktivieren (P-0-0522, Bit 15)
2. Kommutierungseinstellung mittel Sinusverfahren 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 Referenzpunkt-optimalen Kommutierungs-Offset und der Achse steht die maximale Kraft zur Verfügung.

14.6.4 Messverfahren: Messung des Bezugs zwischen Primär- und Sekundärteil

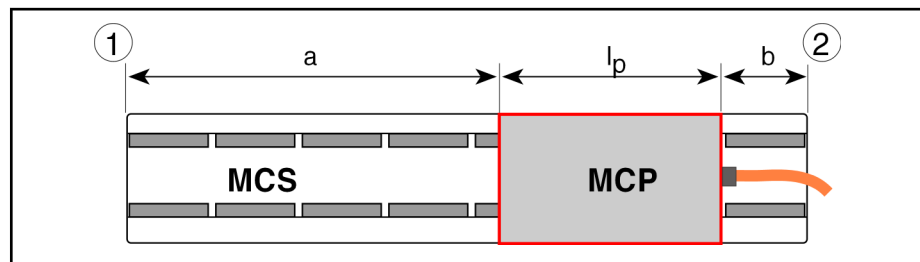
Zur Kommutierungseinstellung muss bei diesem Verfahren die relative Position des Primärteils in Bezug auf das Sekundärteil ermittelt werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass keine Leistungszuschaltung und keine Achsbewegung bei der Kommutierungseinstellung erfolgen muss. Die Kommutierungseinstellung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



Dieses Verfahren setzt ein absolutes Längenmesssystem voraus.

Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil

Je nach Zugänglichkeit von Primär- und Sekundärteil in der Maschine oder Anlage kann die Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil auf unterschiedliche Weise erfolgen:



a Relativposition Bezugspunkt ①

b Relativposition Bezugspunkt ②

l_p Länge Primärteil

Abb. 14-5: Messung der Relativposition von Primär- zu Sekundärteil



Die Position des Primärteils darf von jetzt an bis zur Beendigung der Prozedur zur Kommutierungseinstellung nicht mehr verändert werden!

Berechnung P-0-0523, Kommutierungseinstellung- Messwert

Der für die Berechnung des Kommutierungsoffset erforderliche Eingabewert in P-0-0523 wird aus der gemessenen Relativposition von Primär- zu Sekundärteil (Abb. 14-5, je nach Zugänglichkeit von Abstand a oder b) sowie einer motorabhängigen Konstante k_{mx} ermittelt (Abb. 14-6 und Abb. 14-6).

Bezugspunkt 1: $P - 0 - 0523 = a - k_{mx}$

Bezugspunkt 2: $P - 0 - 0523 = -b - l_p - k_{mx}$

P-0-0523 Kommutierungseinstellung-Messwert in mm

a Relativposition Bezugspunkt ① in mm (Abb. 14-5)

b Relativposition Bezugspunkt ② in mm (Abb. 14-5)

k_{mx} Motorkonstante zur Kommutierungseinstellung in mm

l_p Länge Primärteil in mm

Abb. 14-6: 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
MCP020	24,1
MCP030 / 040 / 070	49,6

Tab. 14-6: Motorkonstanten k_{mx} zur Kommutierungseinstellung

Beispiel am MCP040C für Bezugspunkt ①

a = 100 mm , k_{mx} = 49,6 mm

P-0-0523 = a - k_{mx} = 100 mm - 49,6 mm = 50,4 mm

Beispiel am MCP040C für Bezugspunkt ②

b = 20 mm, k_{mx} = 49,6 mm, l_p = 187 mm

P-0-0523 = -b - l_p - k_{mx} = -20 mm - 187 mm - 49,6 mm = - 256,6 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.

14.7 Regelkreiseinstellung und -optimierung

14.7.1 Allgemeiner Ablauf

Die Regelkreiseinstellungen in einem digitalen Antriebsregelgerät haben eine wesentliche Bedeutung für die Eigenschaften der Servoachse. Die Regelkreisstruktur besteht aus einem kaskadierten Lage-, Geschwindigkeits- und Stromregler. Welche Regler aktiv sind, wird durch die entsprechende Betriebsart bestimmt.



Die Festlegung der Regelkreiseinstellung erfordert entsprechende Sachkenntnis

Die Vorgehensweise bei der Regelkreisoptimierung (Strom-, Geschwindigkeits- und Lageregler) von linearen Direktantrieben entspricht der bei rotativen Servoantrieben. Lediglich die Einstellgrenzen sind bei Linearantrieben höher.

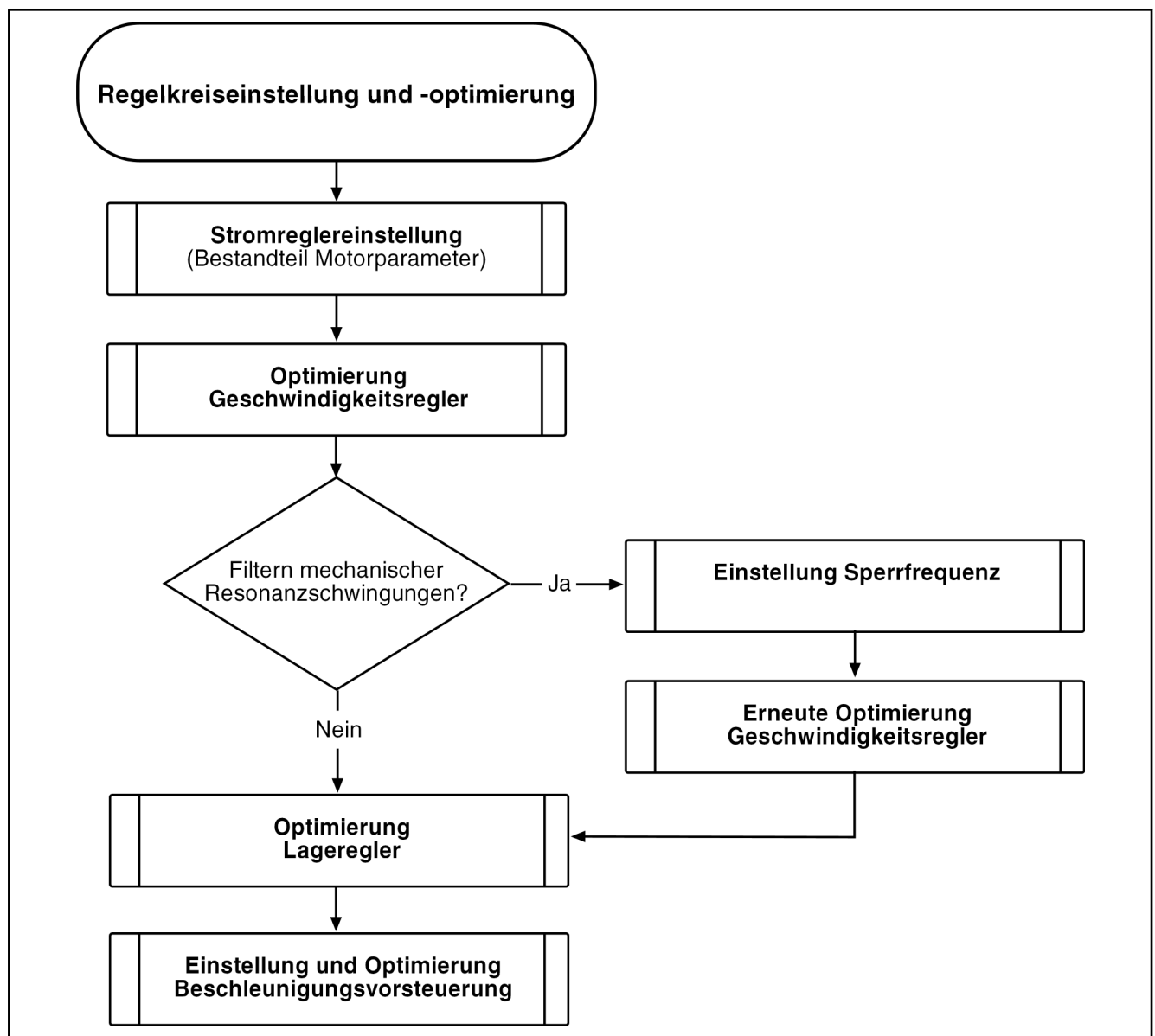


Abb. 14-7: Regelkreiseinstellung und -optimierung bei Synchron-Linearantrieben



Für weiterführende und detailliertere Informationen beachten Sie

- Rexroth IndraDrive Firmware MPx-xx Funktionsbeschreibung, MNR R911328669
- Rexroth IndraDrive MPx-xx Anwendungsbeschreibung, MNR R911326484

Automatische Regelkreiseinstellung

Filtern mechanischer Resonanzschwingungen

Rexroth Antriebsregelgeräte sind in der Lage eine automatische Regelkreiseinstellung durchzuführen.

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 Re-

gelkreis 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-Schwingen" 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!

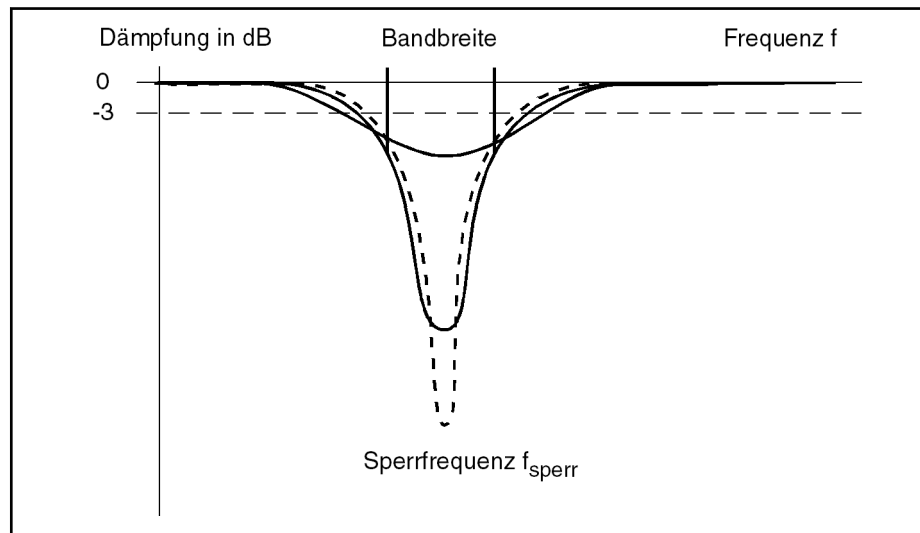


Abb. 14-8: Amplitudengang Sperrfilter in Abhängigkeit der Bandbreite, qualitativ

14.7.2 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.

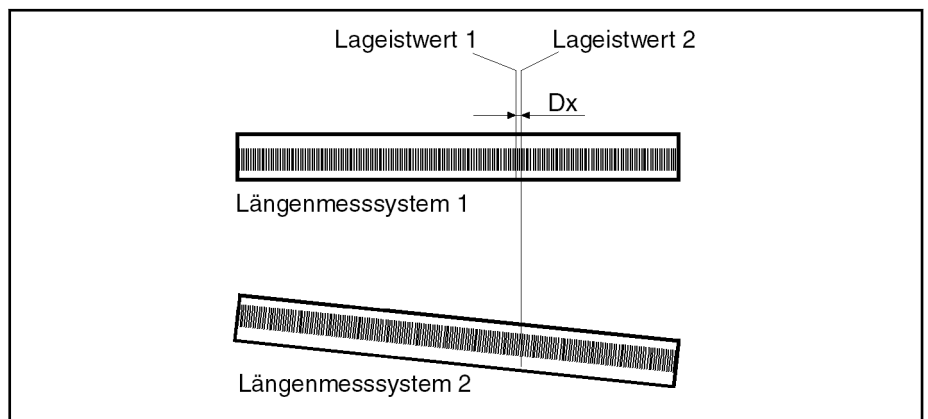


Abb. 14-9: Möglicher Fluchtungsfehler bei Längenmesssystemen einer Gantry-Achse

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. 14-10:

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. 14-7: 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.

14.7.3 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 oszilloskopische 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.

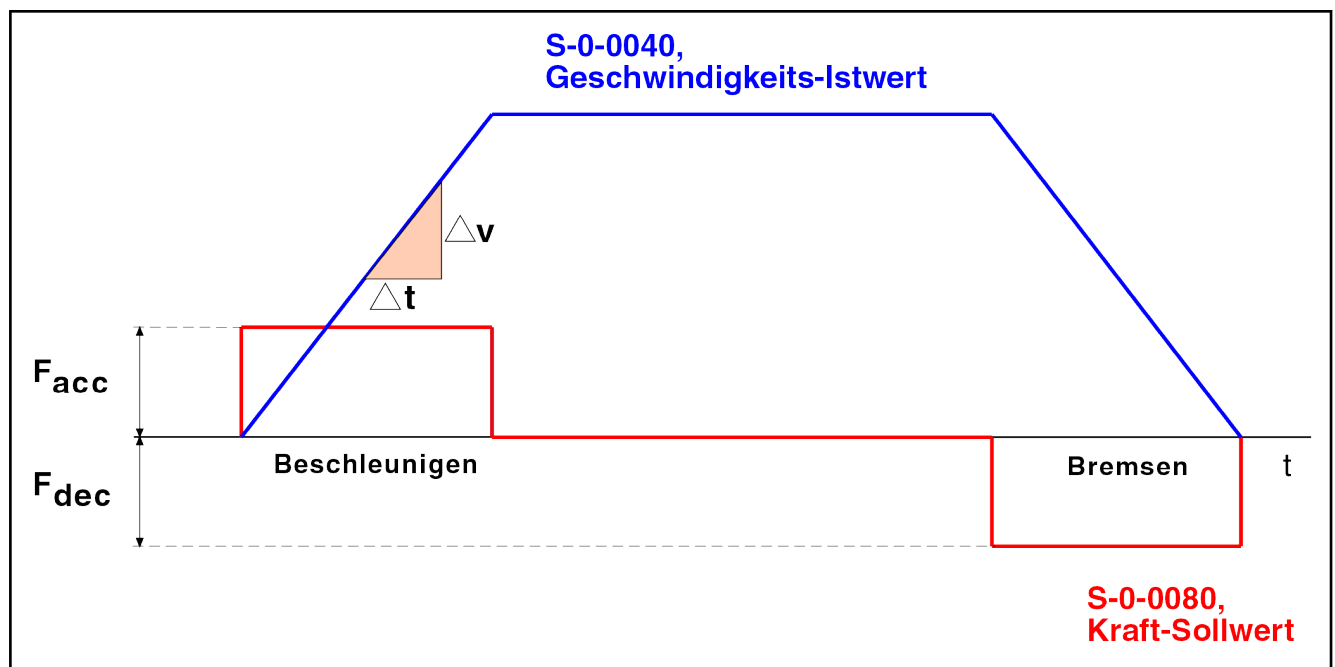


Abb. 14-11: Oszillogramm von Geschwindigkeit und Kraft

$$m = 30 \cdot F_N \cdot \left(\frac{F_{ACC} + F_{DEC}}{100\%} \right) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta v}$$

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. 14-12: 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.

14.8 Wartung und Überprüfung der Motorkomponenten

14.8.1 Allgemeines

Eine Wartung der Motorkomponenten von MCL-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.

14.8.2 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)

14.8.3 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 $1\text{ M}\Omega$ (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.

14.9 Betrieb an Fremdregelgeräten

Spannungssteilheit

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 auftretenden Spannungssteilheiten 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.

14.10 Umweltschutz und Entsorgung

14.10.1 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

14.10.2 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.

15 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

Abkühlung.....	110
Abschalttemperatur.....	29
Achsabdecksysteme.....	126
Faltenabdeckungen.....	126
Rolloabdeckungen.....	126
Teleskopabdeckungen.....	126
Achsaufbau.....	99
Adapterbox SHL03.1.....	95
Aderendhülsen.....	86
Aderkennzeichnung.....	86
Akkumulatoren.....	190
aktive Höhe.....	101
Anbauarten.....	132, 134
Anbauart A.....	134
Anbauart B.....	134
Anbauart C.....	134
Anbauart D.....	134
Ankopplung des Motors.....	113
Anordnung Motorkomponenten.....	161
Doppelkammanordnung.....	121
Einzelanordnung.....	115
Gantry-Anordnung.....	121
Mehrere Motoren pro Achse.....	116
Parallelschaltung.....	117
Primärteile hintereinander.....	122
Sekundärteile.....	122
Anschluss.....	168
analoge Halleinheit.....	96
digitale Halleinheit.....	95
Halleinheit.....	92
Längenmesssystem.....	96
Leistung.....	88
Leistungsanschluss.....	85
Temperatursensor.....	92
Anschlussbelegung	
Anschlusskabel Halleinheit.....	94
Anschlusskabel Längenmesssystem.....	97
Anschlusskabel.....	86
Durchmesser.....	86
feste Verlegung.....	87, 93
Kabelbruch.....	87, 93
Querschnitt Leistungsadern.....	86
Querschnitt Steueradern.....	86
zulässiger Biegeradius.....	86
Anschlusskabel Halleinheit.....	92
Durchmesser.....	93
feste Verlegung.....	93
flexible Verlegung.....	93
Querschnitt Steueradern.....	93
zulässiger Biegeradius.....	93
Antriebsleistung.....	153
Antriebsregelgerät.....	25
Antriebsregelgeräte.....	127
Antriebssystem.....	11

Anwendungsbereiche.....	1
Anziehungskräfte.....	3
Anzugsdrehmoment.....	165, 166, 167
Anzugsmomente Halleinheit.....	82
Aufstellhöhe.....	102
Auskräglängen.....	113
Auslieferungszustand.....	157
Ausrichtung.....	50

B

Batterien.....	190
Bauform.....	64
Baugröße.....	64, 65, 101
Baukastensystem.....	101
Baulänge.....	64, 101
Baulängen.....	101
Befestigungsarten Primärteil.....	166
Befestigungsarten Sekundärteil.....	165
Befestigungsbohrungen.....	50
Befestigungsleiste.....	100
Befestigungsschrauben.....	82
Bemessungsstrom	
Begrenzung.....	135
Bemessungsverlustleistung.....	27
Bemesungsstrom.....	27
Berührung elektrisch aktiver Teile.....	99
Beschleunigung.....	4
Beschleunigungskräfte.....	113
Beschleunigungsvermögen.....	113
Bestellbezeichnungen.....	63
Halleinheit.....	83
Betrieb an Fremdregelgeräten.....	189
Betriebsverhalten.....	23
Bewegte Massen.....	113, 169
Bremseinrichtungen.....	125
Bremskräfte.....	113

D

Dauernennkraft.....	24, 27, 152
Dauervorschubkraft.....	107
Dynamik.....	3

E

Effektivwerte.....	23
Eigenfrequenzen.....	113
Einbaumaße.....	47, 50, 161
Baugröße MCL015.....	48
Baugröße MCL020 ... 070.....	49
Einbautoleranzen.....	23
Einschaltdauer.....	152
Einschraubtiefe.....	165, 166, 167
Eisenjoch.....	2
Elektrischer Anschluss.....	64
Elektrisches Antriebssystem.....	11
Endlegendämpfer.....	126

Index

- Endübertemperatur..... 109
 Enthaltene Stoffe
 siehe "Wesentliche Bestandteile"..... 189
 Entsorgung..... 189
 Erdung..... 87
 Ersatzteile..... 63
 Erstinbetriebnahme..... 79
 Erwärmung..... 109
 ESD-Schutz..... 92, 93, 111
 Schutzfolie..... 92
- F**
- Fachwerkbauweise..... 113
 Fehlerfall..... 128
 Feuchtigkeit..... 99
 Fremdkörper..... 99
 Funktionsprinzip..... 99
- G**
- Gantry-Achsen
 Parametrierung und Optimierung..... 185
 Gantry-Anordnung..... 79, 116, 137
 Geberpolarität..... 169
 Gebrauchshinweise..... 9
 Bestimmungsgemäßer Gebrauch..... 9
 Nicht-bestimmungsgemäßer Gebrauch..... 10
 Gefahrstoffe..... 189
 Gerätestecker Leistung..... 87
 Geräuschemission..... 107
 Gesamtspieldauer..... 152
 geschultes Personal..... 161
 Geschwindigkeit..... 24, 139
 Geschwindigkeiten..... 4
 Geschwindigkeitsauflösung..... 131, 132
 Gewichtsausgleich..... 122
- H**
- Halleinheit..... 2, 64, 79, 92
 Demontage..... 82
 Einbauraum..... 82
 ESD-Schutz..... 82
 Montage..... 82
 Halleinheit analog..... 64
 Halleinheit Bestellbezeichnungen 83
 Halleinheit digital..... 64
 Halleinheit Funktionsprinzip..... 79
 Halleinheit-Adapterbox..... 83
 Haltevorrichtungen..... 125
 Handhabung..... 157
 Helpdesk..... 191
 Herstellungsverfahren..... 189
 Hilfsvorrichtung..... 82
 hohe Steifigkeit..... 113
 Hotline..... 191
- I**
- I-Form..... 100
- IATA 953..... 159
 Identifikation..... 76
 Inbetriebnahme
 Ablauf..... 170
 Antriebsbegrenzungen..... 174
 Hilfsmittel..... 170
 Massebestimmung..... 186
 Motorparameter..... 172
 Parameter Längenmesssystem..... 173
 Parametrierung..... 172
 Voraussetzungen..... 169
 IndraDrive Cs..... 138
 IndraSize..... 28
 IndraWorks..... 170
 Induktivität..... 23
 Induzierte Motorspannung..... 27
 Installation
 Elektrischer Anschluss..... 168
 Isolationswiderstand..... 188
 Isoliersystem..... 189
- K**
- Kabelauswahl..... 88
 kinematische Ketten..... 113
 Kommutierung..... 79
 Kommutierungseinstellung..... 169, 176
 Hallsensorverfahren..... 178
 Messverfahren..... 180
 Sinusverfahren..... 178
 Kommutierungsoffsetwinkel..... 79
 Konfektionierung
 Anschlusskabel Leistung..... 87
 Halleinheit-Anschlusskabel..... 94
 Korrosionsschutz..... 100
 Kraft
 Reaktionskräfte..... 113
 Kraftdichte..... 3
 Krafterzeugung..... 99
 Kraftkonstante..... 23, 27
 Kraftreduzierung..... 112
 Kreutzisch..... 113
 KTY84-130; siehe auch Temperaturensor..... 92
 Kühlung..... 64, 99
 Verlustleistung..... 107
- L**
- Lageauflösung..... 131, 132
 Lageinformation..... 79
 Lagerung..... 159
 Lagerungstemperatur..... 29
 Lagerzeiten..... 160
 Längenmesssystem..... 96, 99, 114
 Längenmesssysteme..... 123
 Auswahlkriterien..... 123
 Messsystemkabel..... 124
 Leistung
 Dauerleistung..... 153

Maximalleistung.....	154
Rückspeiseleistung.....	155
Verlustleistung.....	155
Leistungskabel.....	87
gemeinsames Leistungskabel.....	90
getrennte Leistungskabel.....	90
Verlegungsarten.....	90
Leistungsstecker.....	87
Leistungsübersicht.....	4
Lieferumfang.....	99
Linearführungen.....	99, 124
Luftfeuchte.....	103
Luftspalt.....	47, 115, 164
Lufttemperatur.....	103

M

Magnetfeld.....	79
Maschinenkonstruktion	
Anbindung Längenmesssystem.....	114
Anforderungen.....	113
Massenreduzierung.....	113
Mechanische gekoppelte Achsen.....	113
Steifigkeit.....	113
Maßangaben.....	47, 50
Maßblätter.....	47
MCP015.....	52
MCP020.....	54
MCP030.....	56
MCP040.....	58
MCP070.....	60
MCS015.....	53
MCS020.....	55
MCS030.....	57
MCS040.....	59
MCS070.....	61
Masse Primärteil.....	28
Masse Sekundärteil.....	28
Maximale Zwischenkreisspannung MCP015.....	29
Maximale Zwischenkreisspannung MCP020 ... 070.....	29
Maximalgeschwindigkeit.....	27
Maximalkraft.....	24, 27
Maximalstrom.....	27
MCL - Motor Coreless Linear.....	2
MCP - Motor Coreless Primary part.....	2
MCS - Motor Coreless Secondary part.....	2
Mechanische Ausführung.....	65
mechanische Bremseinrichtung.....	129
mechanischen Krafteinwirkung.....	115
Mechanischer Schutz.....	65
Motor-Regelgeräte-Kombinationen.....	137
Motor-Wicklungstemperatur.....	23
Motorausfall.....	115
Motorführungen	
Primärteil.....	99
Sekundärteil.....	100
Motordimensionierung.....	139

Bewegungsgleichungen.....	140
Dreieckförmiges Geschwindigkeitsprofil.....	148
Mittlere Geschwindigkeit.....	143
Sinusförmiges Geschwindigkeitsprofil.....	149
Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil.....	144
Vorschubkräfte.....	141
Motoreinbauraum.....	115
Motorkennlinie.....	24
Grenzkennlinie.....	23
Motorparameter.....	172
Motortemperaturüberwachung.....	110
Motorvarianten.....	63

N

natürliche Konvektion.....	99, 133
Nenngeschwindigkeit.....	24, 27
Netzausfall.....	130
Normen.....	7
NOT-AUS.....	128
NYCe 4000.....	137

O

Optionen.....	79
---------------	----

P

Parallelanordnung.....	172
Parallelität.....	47, 50, 163
Parallelschaltung.....	89, 116
Parallelschaltung, gemeinsames Leistungs- kabel.....	91
Parallelschaltung, getrennte Leistungskabel.....	91
Parameter.....	169
parasitäre Effekte.....	3
PELV.....	16
Permanentmagnete.....	2, 100
Phasenlage.....	79
Polarität des Längenmesssystems.....	175
Polpaarweite.....	27, 79
Portalbauweise.....	113
Positioniergenauigkeit.....	131, 132
Positionsauflösung.....	131
Präzision.....	3
Primärteil.....	2
Primärteilträger.....	99
Produktauswahl.....	63
Produktbestellung.....	63
Produktidentifikation.....	76
Prozesskräfte.....	113
Prüfungen der Motorkomponenten	
kundenseitig.....	188
werkseitig.....	157
PWM-Frequenz.....	27

R

Rastkräfte.....	3
Recycling.....	190
Regelbandbreite.....	113

Index

Regelgerät.....	79
Regelgüte.....	113
Regelkreiseinstellung und -optimierung.....	182
Regloptimierung.....	169
Reibung.....	115
Reparaturen.....	63
Resonanzfrequenz.....	113, 184
Riefenbildung.....	115
Rücknahme.....	189

S

Sättigungseffekte.....	3, 27
Schleifspuren.....	115
Schutz der Wicklung.....	92
Schutz des Motoreinbauraumes.....	115
Schutzart.....	29, 104, 115
Schutzfolie.....	111
Schutzkleinspannung.....	16
Schutzleiter.....	87
Schwingungen.....	113
Schwingungsanregungen.....	113
Segmentlänge.....	65
Sekundärteil.....	2
Serialnummer MCP.....	76
Serialnummer MCS.....	77
Service-Hotline.....	191
SHL03.1.....	95
Sicherheitshinweise für elektrische Antriebe und Steuerungen.....	11
Sonstige Ausführungen.....	64, 65
Spannungskonstante.....	27
Spulenkörper.....	99
Steuerungssysteme.....	127
Stillsetzen.....	128
Stillstandsbetrieb.....	135
Stoßdämpfer.....	126
Stromwärmeverluste.....	107
Support.....	191
Symmetrie.....	47, 50, 163

T

T-Form.....	100
Technische Daten	
Baugröße 015.....	30
Baugröße 020.....	32
Baugröße 030.....	35
Baugröße 040.....	38
Baugröße 070.....	42
Temperaturmodell.....	92
Temperatursensor.....	92
Polarität.....	92
Temperaturüberwachung	
Abschalttemperatur.....	110
Temperatursensor KTY84-130.....	110
Vorwarntemperatur.....	110
Thermische Anbindung.....	132, 139
thermische Ankopplung.....	25, 99

Thermische Klasse.....	29
Thermische Zeitkonstante.....	28, 108, 135
Toleranzen.....	27, 50
Transport.....	158
Transporttemperatur.....	29
Typenschilder.....	76, 77
Typenschlüssel.....	63
Typkennzeichnung MCP.....	76
Typkennzeichnung MCS.....	77

U

Überhitzung des Motors.....	135
Umgebungsbedingungen.....	23, 102
Umgebungstemperatur.....	29
Umweltbedingungen.....	103, 115
Umweltschutz.....	189

V

Verfahrgeschwindigkeit.....	27
Verfahrweg.....	47
Verfahrweglängen.....	99
Verformung des Maschinengrundkörpers.....	114
Verguss.....	99
Verlustleistung.....	107, 135
Verlustwärme	
Auslastungsgrad.....	132
Verlustwärmeabfuhr.....	132
Verpackung.....	157, 190
Versorgungsmodule.....	127
Vertikale Achsen.....	79, 122
Vorschubkraft.....	4, 101, 116, 139, 152
Einsetzen der Kraftreduzierung.....	111
reduzierte Überdeckung.....	111

W

Warnhinweise.....	157
Warntemperatur.....	29
Wesentliche Bestandteile.....	189
Wicklung.....	64
Wicklungsinduktivität.....	27
Wicklungstemperatur.....	107, 110
Wicklungswiderstand.....	27
Wirkungsgrad.....	156

Z

Zertifizierungen.....	104
CE.....	104
China RoHS 2.....	105
EAC.....	104
RoHS.....	105
Zubehör.....	79
Zugentlastung.....	87
Zusatzkomponenten.....	7
Zwischenkreiskapazität.....	130
Zwischenkreis Kurzschluss.....	131
Zwischenkreisspannung.....	23, 24, 25

Notizen

Bosch Rexroth AG

Postfach 13 57

97803 Lohr a.Main, Deutschland

Bgm.-Dr.-Nebel-Str. 2

97816 Lohr a.Main, Deutschland

Tel. +49 932 18 0

Fax +49 9352 18 8400

www.boschrexroth.com/electrics



R911330591