

## Elektronische Motorstarter und Drives

	Seite
<b>Grundlagen der Antriebstechnik</b>	<b>2-2</b>
<b>Grundlagen zum Softstarter</b>	<b>2-9</b>
<b>Anschlussbeispiel DS7</b>	<b>2-26</b>
<b>Anschlussbeispiel DM4</b>	<b>2-44</b>
<b>Grundlagen zum Frequenzumrichter</b>	<b>2-66</b>
<b>Anschlussbeispiel M-Max™</b>	<b>2-85</b>
<b>System Rapid Link 4.0</b>	<b>2-98</b>

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen der Antriebstechnik

### Auswahlkriterien der Antriebstechnik

Jede Antriebsaufgabe erfordert einen Antriebsmotor. Dessen Drehzahl, Drehmoment und Regelbarkeit müssen die geforderte Aufgabe erfüllen. Generell gilt: „Die Anwendung definiert den Antrieb.“

Der weltweit am häufigsten eingesetzte Antriebsmotor in industriellen Anlagen und großen Gebäuden ist der Drehstrom-Asynchronmotor. Sein robuster und einfacher Aufbau sowie hohe Schutzarten und standardisierte Bauformen sind Merkmale dieses preiswerten Elektromotors.

Bei einer Netzspannung von 400 V und 8-fachem Anlaufstrom entspricht dies einem Motorbemessungsstrom von etwa 7,5 A und somit einer Motorleistung von 4 kW.

Die Motorleistung kennzeichnet die an der Welle abgegebene mechanische Leistung des Motors.

- **Stern-Dreieck-Starter** ②

Dies ist die bekannteste und meist-angewandte Startvariante für Motorleistungen > 4 kW (400 V).

- **Elektronischer Motorstarter (EMS) und Softstarter** ③

Sie ermöglichen einen sanften und geräuscharmen Motorstart. Die beim Schalten störenden Stromspitzen und Momentschläge werden hier eliminiert. Zudem können die Start- und Auslaufphase des Motors, in Abhängigkeit von der Last, zeitlich gesteuert werden.

- **Frequenzumrichter** ④

Er ermöglicht den zeitlich geführten Motorstart, die Motorbremsung und den Betrieb mit stufenlos einstellbaren Motordrehzahlen.

Applikationsbedingt wird ein Frequenzumrichter in verschiedenen Ausprägungen eingesetzt:

- mit der Spannungs-/Frequenzsteuerung (U/f) oder der Vektor-Steuerung für den frequenzgesteuerten Motorbetrieb,
- mit Vektor-Regelung oder als Servo-Regler für hohe Drehzahlgenauigkeit mit zusätzlicher Drehmomentanpassung.

2

### Drehstrom-Asynchronmotor

#### Startvarianten des Motors

- **Direkter Motorstart** ①

Im einfachsten Fall wird der Motor direkt mit einem Schütz geschaltet. Die Kombination mit Motorschutz und Leitungsschutz (Sicherung) wird als Motorstarter (MSC = Motor-Starter Combination) bezeichnet.

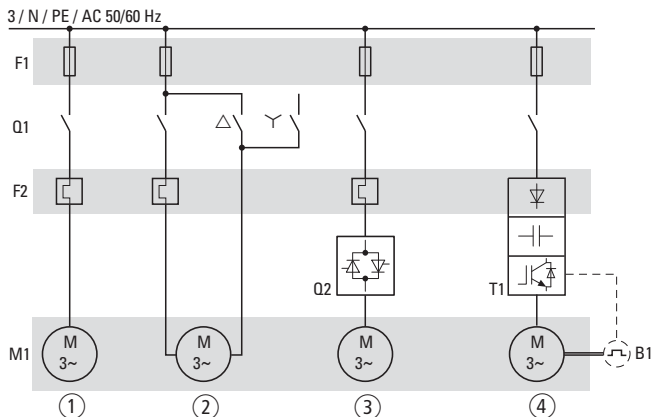
Durch das Anlegen der vollen Netzspannung an die Motorwicklungen können beim direkten Start große Anlaufströme entstehen, die störende Spannungsänderungen zur Folge haben.

Im öffentlichen Stromnetz dürfen direkt startende Drehstrommotoren keine störenden Spannungsänderungen hervorrufen. Diese Bedingung gilt allgemein dann als erfüllt, wenn die Scheinleistung eines Drehstrom-Asynchronmotors nicht mehr als 5,2 kVA bzw. sein Anlaufstrom nicht mehr als 60 A beträgt.

Zugehörige Stromlaufpläne → Seite 2-3

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen der Antriebstechnik

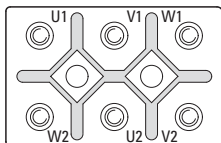


- B1: Drehzahlerfassung (Impulsgeber)
- F1: Absicherung  
(Kurzschluss- und Leitungsschutz)
- F2: Motorschutz  
(Schutz vor thermischer Überlast,  
Motorschutzrelais)
- M1: Drehstrom-Asynchronmotor
- Q1: Schalten  
(Leistungsschütz, Motorschütz)
- Q2: Softstarter, elektronischer Motor-  
starter
- T1: Frequenzumrichter

### Motoranschluss

Beim Anschluss eines Drehstrommotors am elektrischen Netz müssen die Daten auf dem Leistungsschild des Motors mit der Netzspannung und der Netzfrequenz übereinstimmen.

Der Anschluss erfolgt dabei standardmäßig über sechs Schraubenverbindungen im Klemmkasten des Motors und entsprechend der Netzspannung in der sogenannten Stern- oder Dreieckschaltung.

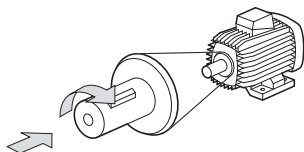


## Elektronische Motorstarter und Drives

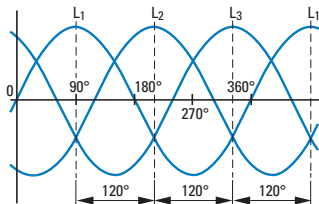
### Grundlagen der Antriebstechnik

2

Der Drehsinn eines Motors wird immer mit Blick auf die Antriebswelle des Motors angegeben (Antriebsseite). Bei Motoren mit zwei Antriebswellen ist diese Antriebsseite mit D (= Drives) gekennzeichnet, die Nichtantriebsseite mit N (= No drives).



Unabhängig von der Schaltungsart und der Ausprägung des Drehstrom-Asynchronmotors sind die Anschlüsse so gekennzeichnet, dass in alphabetischer Reihenfolge (z. B. U1, V1, W1) bei Anschluss der Netzspannung in zeitlicher Phasenfolge (L1, L2, L3) der Rechtslauf bewirkt wird.



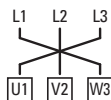
Beim Drehstrom-Asynchronmotor sind drei Wicklungsstränge um jeweils  $120^\circ/p$  ( $p$  = Polpaarzahl) gegeneinander versetzt angeordnet. Beim Aufschalten einer dreiphasigen, um jeweils  $120^\circ$  zeitlich verschobenen Wechselspannung wird im Motor ein Drehfeld erzeugt.

Durch Induktionswirkung werden in der Läuferwicklung Drehfeld und Drehmoment gebildet. Die Drehzahl des Motors ist hierbei abhängig von der Polpaarzahl und der Frequenz der speisenden Spannung. Die Drehrichtung kann durch den Wechsel zweier Anschlussphasen umgekehrt werden.

Rechtslauf (FWD)



Linkslauf (REV)



FWD = forward run (Rechtsdrehfeld)  
REV = reverse run (Linksdrehfeld)

### Angaben auf dem Leistungsschild

Die elektrischen und mechanischen Bemessungsdaten des Motors müssen auf seinem Leistungsschild dokumentiert sein (IEC 34-1, VDE 0530). Die Bemessungsdaten auf dem Leistungsschild beschreiben den stationären Betrieb des Motors im Bereich des Arbeitspunktes ( $M_N$ , z. B. bei 400 V und 50 Hz). In der Phase des Motorstarts sind die Betriebsdaten instabil.

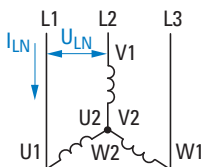
Die folgenden Beispiele zeigen die Leistungsschilder für zwei Motoren mit einer Motorwellenleistung von 4 kW und deren Anschlusschaltungen an einem dreiphasigen Wechselstromnetz mit 400 V und 50 Hz.

# Elektronische Motorstarter und Drives

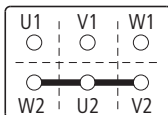
## Grundlagen der Antriebstechnik

### Sternschaltung

230 / 400 V $\Delta / Y$		14.5 / 8.5 A	
S1	4.0 KW	cos $\varphi$ 0.82	
1410 min <sup>-1</sup>		50 Hz	
IP 54		Iso. Kl F	



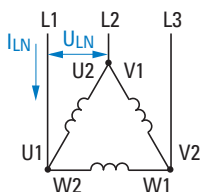
$$U_{LN} = \sqrt{3} \times U_W, I_{LN} = I_W$$



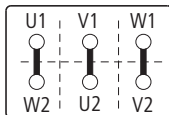
- Mit der Spannungsangabe 230/400 V muss dieser Motor in der Sternschaltung am Drehstromnetz ( $U_{LN} = 400$  V) angeschlossen werden.
- Die Spannung jeder Motorwicklung ist für 230 V ausgelegt. Die Wicklungen müssen daher in Reihe an die Phasenspannung (400 V) geschaltet werden.
- Die drei Wicklungsenden (W2-U2-V2) sind im Klemmkasten zum sogenannten Sternpunkt zusammengeschaltet. Die Spannung der einzelnen Phasen zum Sternpunkt beträgt 230 V ( $= U_W$ ).

### Dreieckschaltung

400 / 690 V $\Delta / Y$		8.5 / 4.9 A	
S1	4.0 KW	cos $\varphi$ 0.82	
1410 min <sup>-1</sup>		50 Hz	
IP 54		Iso. Kl F	



$$U_{LN} = U_W, I_{LN} = \sqrt{3} \times I_W$$



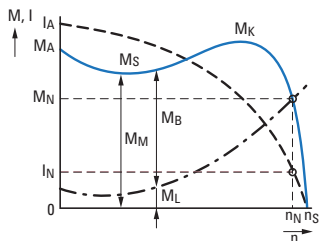
- Mit der Spannungsangabe von 400/690 V muss dieser Motor in der Dreieckschaltung am Drehstromnetz ( $U_{LN} = 400$  V) angeschlossen werden.
- Jede Motorwicklung ist hier für die maximale Phasenspannung von 400 V ausgelegt und kann direkt angeschlossen werden.
- Die Wicklungsenden sind im Klemmkasten zusammengeschaltet ( $U1 - W2, V1 - U2, W1 - V2$ ) und direkt mit den einzelnen Phasen verbunden.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen der Antriebstechnik

### Anlaufkennlinien

Die nachfolgende Abbildung zeigt die charakteristischen Anlaufkennlinien eines Drehstrom-Asynchronmotors.



- $I_A$ : Anlaufstrom  
 $I_N$ : Nennstrom im Arbeitspunkt  
 $M_A$ : Anlaufmoment  
 $M_B$ : Beschleunigungsmoment ( $M_M > M_L$ )  
 $M_K$ : Kippmoment  
 $M_L$ : Lastmoment  
 $M_M$ : Motormoment  
 $M_N$ : Nennmoment (stabiler Arbeitspunkt, Schnittpunkt der Drehmomentkennlinie mit der Lastkennlinie)  
 $M_S$ : Sattelmoment  
 $n$ : Drehzahl (aktueller Wert)  
 $n_N$ : Nennzahl im Arbeitspunkt  
 $n_S$ : synchrone Drehzahl  
 ( $n_S - n_N =$  Schlupfdrehzahl  $s$ )

Synchrone Drehzahl:

$$n_s = \frac{f}{p}$$

Slupfdrehzahl in %:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \cdot 100\%$$

Drehzahl eines Asynchronmotors:

$$n = \frac{f}{p} \cdot (1 - s)$$

$f$ : Frequenz der Spannung in Hz ( $= s^{-1}$ )

$n$ : Drehzahl in  $min^{-1}$

$p$ : Polpaarzahl

$s$ : Schlupfdrehzahl in  $min^{-1}$

Elektrische Leistung:

$$P_1 = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi$$

$P_1$ : elektrische Leistung in W

$U$ : Bemessungsspannung in V

$I$ : Bemessungsstrom in A

$\cos \varphi$ : Leistungsfaktor

Motorleistung (Größengleichung):

$$P_2 = \frac{M_N \times n}{9550}$$

$P_2$ : mechanische Wellenleistung in kW

$M_N$ : Nennmoment in Nm

$n$ : Drehzahl in  $min^{-1}$

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

### Gegenüberstellung der Startvarianten

Die Merkmale der auf Seite 2-2 beschriebenen Startvarianten ① bis ④ sind auf den folgenden Seiten 2-6 und 2-7 dargestellt.

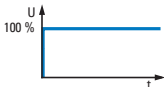
Die Grafiken zeigen dabei typische Kennlinienverläufe.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen der Antriebstechnik

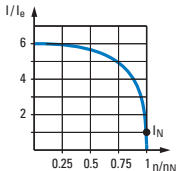
### Direkter Motorstart ①

#### Spannungsverlauf



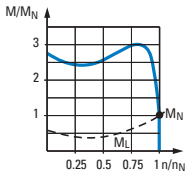
- Netzbelastung hoch

#### Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom  
4 bis  $8 \times I_e$  (abhängig vom Motor)

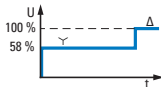
#### Drehmomentverlauf



- Relatives Anlaufmoment  
1,5 bis  $3 \times M_N$  (abhängig vom Motor)
- Merkmale:
  - starke Beschleunigung bei hohem Anlaufstrom
  - hohe mechanische Belastung
- Anwendungsbereich:  
Antriebe an starken Netzen, die hohe Anlaufströme (-Momente) zulassen

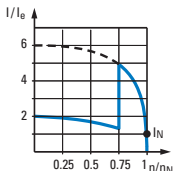
### Stern-Dreieck-Starter ②

#### Spannungsverlauf



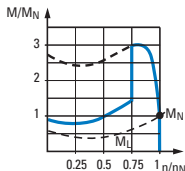
- Netzbelastung mittel

#### Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom  
1,3 bis  $3 \times I_e$  ( $\sim \frac{1}{3}$  gegenüber Direktstart)

#### Drehmomentverlauf



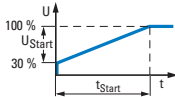
- Relatives Anlaufmoment  
0,5 bis  $1 \times M_N$  ( $\sim \frac{1}{3}$  gegenüber Direktstart)
- Merkmale:
  - Anlauf mit reduziertem Strom und Drehmoment
  - Strom-, Momentenspitze bei Umschalten
- Anwendungsbereich:  
Antriebe, die erst nach dem Anlauf belastet werden

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen der Antriebstechnik

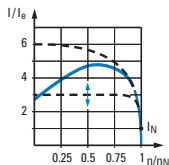
### Softstarter ③

#### Spannungsverlauf



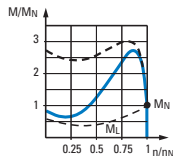
- Netzbelastung gering bis mittel

#### Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom  $2$  bis  $6 \times I_e$  (reduziert durch Spannungssteuerung)

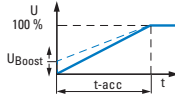
#### Drehmomentverlauf



- Relatives Anlaufmoment  $0,1$  bis  $1 \times M_N$  ( $M \sim U^2$ , quadratisch einstellbar durch Spannungssteuerung)
- Merkmale:
  - einstellbare Anlaufcharakteristik
  - gesteuerter Auslauf möglich
- Anwendungsbereich: Antriebe mit angepaßtem Startverhalten an die Arbeitsmaschine.

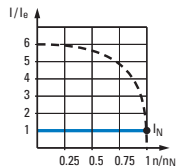
### Frequenzumrichter ④

#### Spannungsverlauf



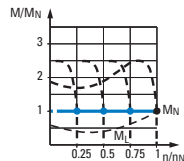
- Netzbelastung gering

#### Stromverlauf



- Relativer Anlaufstrom  $\leq 1$  bis  $2 \times I_e$  (einstellbar)

#### Drehmomentverlauf



- Relatives Anlaufmoment  $\sim 0,1$  bis  $2 \times M_N$  ( $M \sim U/f$ , einstellbares Drehmoment)
- Merkmale:
  - hohes Moment bei geringem Strom
  - einstellbare Anlaufcharakteristik
- Anwendungsbereich: Antriebe, die eine geführte und stufenlose Drehzahlverstellung erfordern.



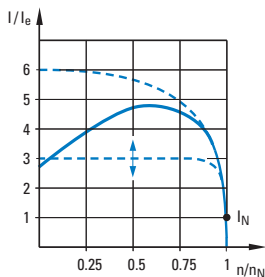
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Softstarter

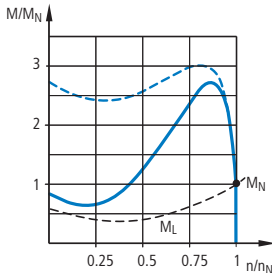
Softstarter sind elektronische Geräte für den sanften Start von Drehstrommotoren; sie werden daher auch elektronische Sanftanlasser genannt. Softstarter müssen die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2 erfüllen.

In der Startphase eines Motors steuert ein Softstarter durch Phasenanschnitt die Versorgungsspannung stufenlos und kontinuierlich bis zum Bemessungswert ( $U_{LN}$ ). Durch diese Spannungssteuerung wird der Anlaufstrom begrenzt, da sich der Motorstrom proportional zur Motorspannung verhält. Mit dem daraus resultierenden, stoßfreien Drehmomentanstieg passt sich der Motor dem Lastverhalten der Maschine an.



Die mechanischen Betriebsmittel einer solchen Antriebseinheit werden somit besonders schonend beschleunigt. Dies beeinflusst Lebensdauer, Betriebsverhalten und Arbeitsabläufe positiv und vermeidet negative Einflüsse wie beispielsweise:

- Aufschlagen von Zahnflanken im Getriebe
- Druckstöße in Rohrleitungssystemen
- Durchrutschen von Keilriemen
- Ruckeffekte bei Transporteinrichtungen

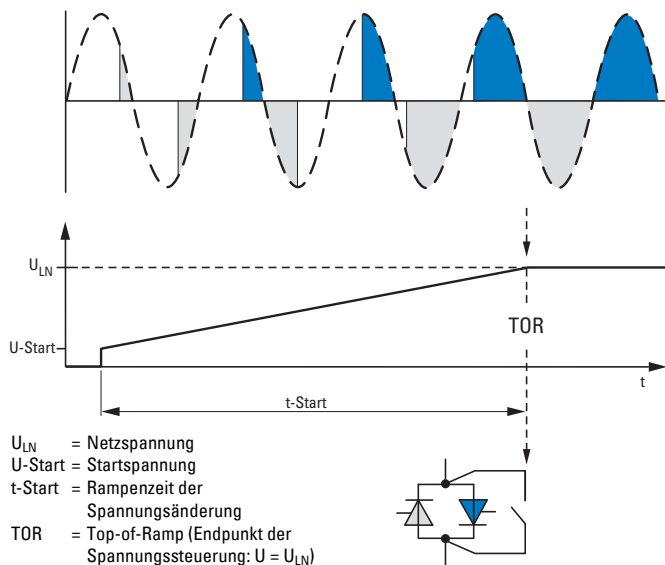


Nach Ablauf der zeitlich geführten Spannungsänderung (TOR = Top-of-Ramp) kann die Phasenanschnittsteuerung für den statischen Dauerbetrieb durch sogenannte Bypass-Kontakte überbrückt werden. Durch den deutlich geringeren Übergangswiderstand der mechanischen Schaltkontakte gegenüber den Leistungshalbleitern wird die Verlustleistung im Softstarter reduziert und die Lebensdauer der Leistungshalbleiter verlängert.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

2



### Hinweis

Die Hochlaufzeit eines Antriebs mit einem Softstarter ist stets abhängig von den Last- und Reibmomenten. Bei der Inbetriebnahme eines solchen Antriebssystems sollte daher zuerst das erforderliche Losbrechmoment über die Startspannung ( $U\text{-Start}$ ) eingestellt und dann eine möglichst kurze Rampenzeit ( $t\text{-Start}$ ) für die lineare Spannungsänderung ermittelt werden.

Neben dem zeitlich geführten Start eines Motors ermöglicht der Softstarter auch eine zeitlich geführte Verringerung der Motorspannung und damit einen geführten

Motorstopp. Eine solche Stoppfunktion wird überwiegend bei Pumpen zur Verhinderung von Druckwellen (Wasserschlag) eingesetzt. Ebenso können auch ruckartige Belastungen und damit der Verschleiß bei Ketten- und Riemenantrieben sowie in Lagern und Getrieben vermindert werden.

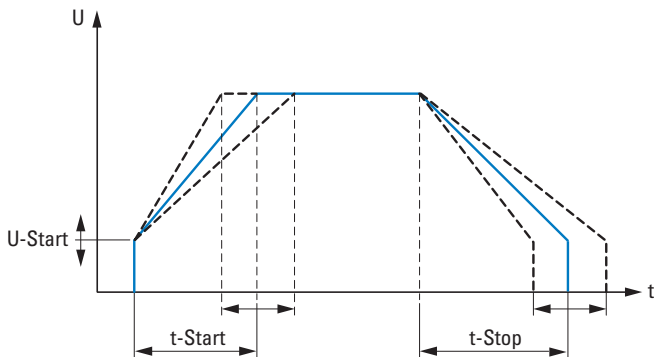
### Hinweis

Die eingestellte Rampenzeit bei der Verzögerung ( $t\text{-Stop}$ ) muss größer als die lastabhängige freie Auslaufzeit der Maschine sein.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Steuerung der Motorspannung



Das Verhältnis von Überlaststrom zu Bemessungsstrom, die Summe der Zeiten für den gesteuerten Überlaststrom sowie Einschaltdauer und Startzyklus bilden das Überlaststromprofil eines Softstarters; diese Daten sind gemäß IEC/EN 60947-4-2 auf dem Leistungsschild dokumentiert.

#### Beispiel

55A: AC-53a: 3-5 : 75-10

55A = Bemessungsstrom des Softstarters

AC-53a = Lastzyklus gemäß

IEC/EN 60947-4-2

3 = 3-facher Überstrom beim Start

( $3 \times 55 \text{ A} = 165 \text{ A}$ )

5 = Überstromdauer in Sekunden

75 = Einschaltdauer in Prozent innerhalb des Lastzyklus

10 = Anzahl der zulässigen Starts pro Stunde

Andere Überlastzyklen und Schaltfrequenzen können berechnet werden.

Angaben hierzu sind im Handbuch eines Softstarters dokumentiert.

#### Hinweis

Für die Leistungshalbleiter im Softstarter stellt die geführte Verzögerung eine vergleichbare Belastung wie beim Startvorgang dar. Wird beispielsweise bei einem Softstarter mit maximal 10 zulässigen Starts pro Stunde die Verzögerungsrampe aktiviert, reduzieren sich die zulässigen Starts auf 5 pro Stunde (plus 5 Stopps innerhalb dieser Stunde).

# Elektronische Motorstarter und Drives

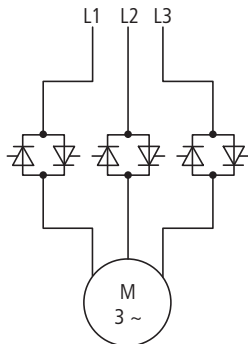
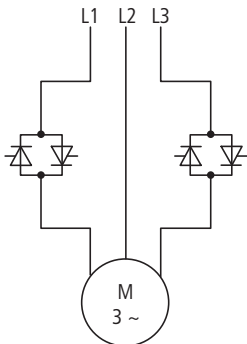
## Grundlagen zum Softstarter

### Ausführungsvarianten

Generell werden bei Softstartern zwei Ausführungsvarianten unterschieden:

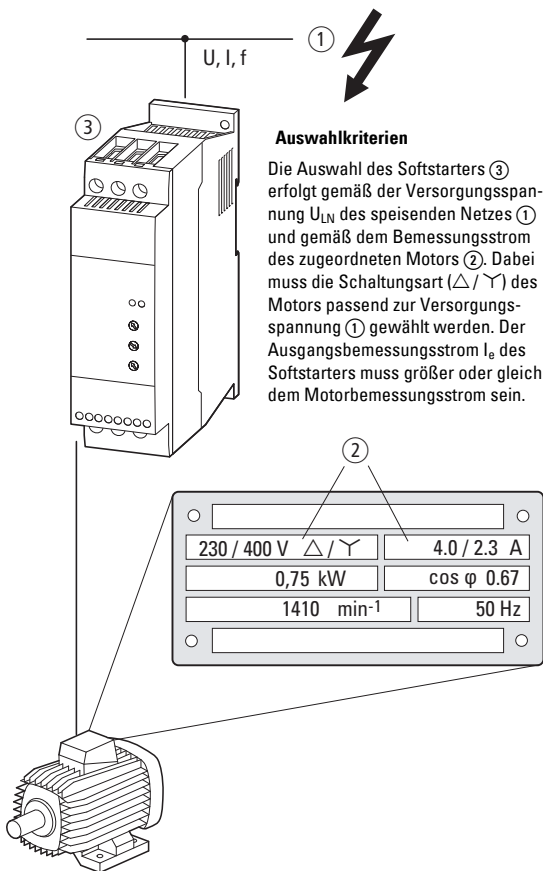
2

- Zweiphasig gesteuerte, elektronische Sanftanlasser für einfache Aufgaben:
  - Der Einsatz ist auf kleine und mittlere Leistungen (< 250 kW) begrenzt.
  - Einfach in der Handhabung mit geringen Einstellmöglichkeiten und zeitlich geführten Spannungsrampen.
  - Für einfache Anwendungen, die auf ruckfreien Betrieb in der Startphase Wert legen.
  - Sie sind eine preiswerte Alternative zum Stern-Dreieck-Starter.
  - Nur in der sogenannten In-Line-Schaltung einsetzbar.
- Dreiphasig gesteuerte, elektronische Sanftanlasser für anspruchsvolle Aufgaben:
  - Für mittleren und hohen Leistungsbe-  
reich bis 800 kW als Kompaktgeräte
  - Die Geräte verfügen über eine ein-  
stellbare Strombegrenzung und integrierte Motorschutzfunktionen.
  - Sie haben voreingestellte Applikations-  
kennlinien und sind parametrierbar zur  
Optimierung der Maschinen-Start-  
funktionen.
  - Mit Steuereingängen, Meldekontakten  
und optionalen Feldbusanschlüssen  
ermöglichen sie vielfältige Kommuni-  
kationsmöglichkeiten.
  - Sie können in der In-Line- sowie in der  
In-Delta-Schaltung eingesetzt werden.  
Beispiel siehe DM4 → Seite 2-57



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Auswahlkriterien

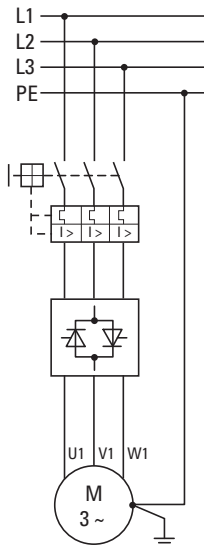
Für die Auswahl des Antriebs müssen folgende Kriterien bekannt sein:

- Art des Motors (Drehstrom-Asynchronmotor)
- Netzspannung = Bemessungsspannung des Motors (z. B. 3 ~ 400 V)
- Motorbemessungsstrom (Richtwert, abhängig von der Schaltungsart und der Anschlussspannung)
- Lastmoment (quadratisch, linear)
- Anlaufmoment
- Umgebungstemperatur (Bemessungswert +40 °C).

Die Auslegung der Schalt- und Schutzgeräte (elektromechanische Komponenten) im Hauptstromkreis des Motorabgangs erfolgt gemäß dem Bemessungsbetriebsstrom ( $I_e$ ) des Motors und der Gebrauchskategorie AC-3 (Norm IEC 60947-4-1).

Die Gebrauchskategorie lautet hier AC-53a (Norm IEC/EN 60947-4-2).

- AC-3 = Käfigläufermotoren: Anlassen und Ausschalten während des Laufs
- AC-53a = Steuern eines Käfigläufermotors mit elektronischem Sanftanlauf: 8-Stunden-Betrieb mit Anlaufströmen für Startvorgänge, Einstellungen, Betrieb



Motorabgang mit Softstarter DS7 kombiniert mit PKZM0 in In-Line-Schaltung

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Zulässige Anschlusschaltungen des Motors

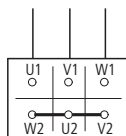
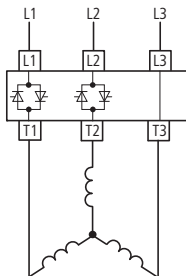
Drehstrom-Asynchronmotoren dürfen an einem Softstarter, in Abhängigkeit von der

Netzspannung, in der Stern- oder Dreieckschaltung angeschlossen werden.

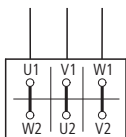
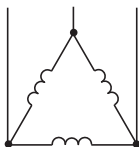
### Beispiel

Zweiphasig gesteuerter Softstarter (DS7)

#### Sternschaltung



#### Dreieckschaltung



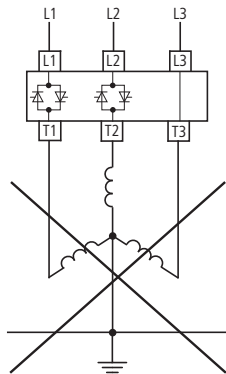
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Hinweis

Mittelpunktgeerdete Drehstrommotoren (Sternschaltung) dürfen nicht an einem zweiphasig gesteuerten Softstarter angeschlossen werden, da hier eine Phase direkt an die Netzspannung geschaltet ist und den Motor unzulässig erwärmt.

2



### Achtung!

Nicht zulässig



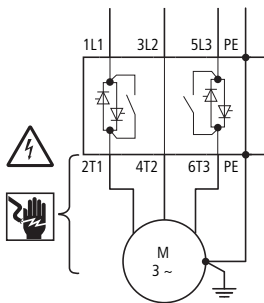
### Gefahr!

**Gefährliche Spannung.  
Lebensgefahr oder schwere  
Verletzungsgefahr.**

Softstarter sind im Leistungsteil mit Halbleitern (Thyristoren) aufgebaut. Bei anliegender Versorgungsspannung ( $U_{LN}$ ) liegt auch im AUS-/STOP-Zustand am Ausgang zum Motor gefährliche Spannung an. Dieser Warnhinweis gilt für alle Ausprägungen von Softstartern.

### Beispiel

Zweiphasig gesteuerter Softstarter





# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Softstarter und Zuordnungsarten nach IEC/EN 60947-4-3

Nach IEC/EN 60947-4-3, 8.2.5.1 sind folgende Zuordnungsarten definiert:

#### Zuordnungsart 1

Bei Zuordnungsart 1 darf das Gerät im Kurzschlussfall Personen und Anlage nicht gefährden und braucht für den weiteren Betrieb ohne Reparatur und Teileerneuerung nicht geeignet zu sein.

#### Zuordnungsart 2

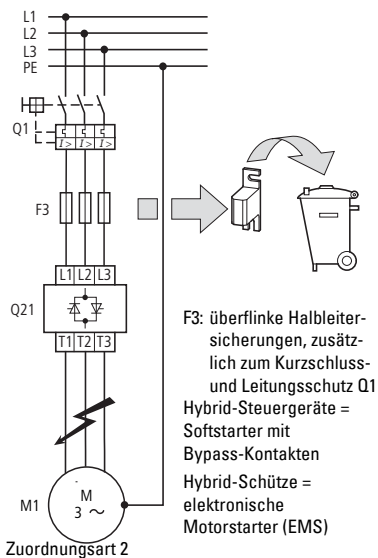
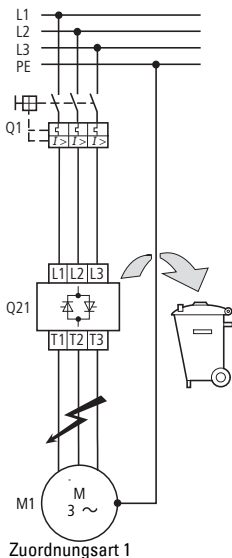
Bei Zuordnungsart 2 darf das Gerät im Kurzschlussfall Personen und Anlage nicht gefährden und muss für den weiteren Betrieb geeignet sein. Für Hybrid-Steuer-

geräte und -Schütze besteht die Gefahr der Kontaktverschweißung. Für diesen Fall muss der Hersteller Wartungsanweisungen geben.

Das zugeordnete Sicherungsorgan (SCPD = Short-Circuit Protection Device) muss bei Kurzschluss auslösen. Im Falle einer Schmelzsicherung muss diese ausgetauscht werden. Dies zählt zum normalen Betrieb der Sicherung, auch für Zuordnungsart 2.

#### Hinweis

Überflinke Halbleitersicherungen immer direkt vor den Leistungshalbleitern anordnen (kurze Leitungslängen).



F3: überflinke Halbleitersicherungen, zusätzlich zum Kurzschluss- und Leitungsschutz Q1  
 Hybrid-Steuergeräte = Softstarter mit Bypass-Kontakten  
 Hybrid-Schütze = elektronische Motorstarter (EMS)

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

2

### Fehlerstromschutzeinrichtungen

Fehlerstromschutzeinrichtungen (FI-Schutzschalter) – auch als RCD (Residual Current Device) oder Reststromschutzgeräte bezeichnet – schützen Personen und Nutztiere gegen das Vorhandensein (nicht das Entstehen!) von unzulässig hohen Berührungsspannungen. Sie verhindern gefährliche und zum Teil tödliche Verletzungen bei Stromunfällen und dienen zusätzlich der Brandverhütung.

Bei einem Softstarter können Standard-Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCD Typ A) mit bis zu 30 mA und höher eingesetzt werden.

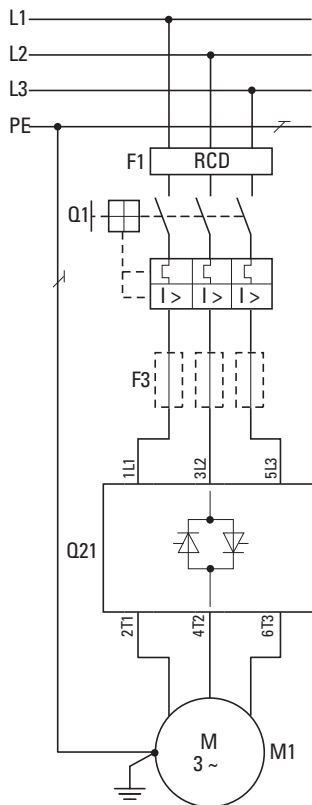
F1: Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD)

F3: optionale Halbleitersicherungen für Zuordnungsart 2

M1: Motor

Q1: Leitungsschutz + Motorschutz

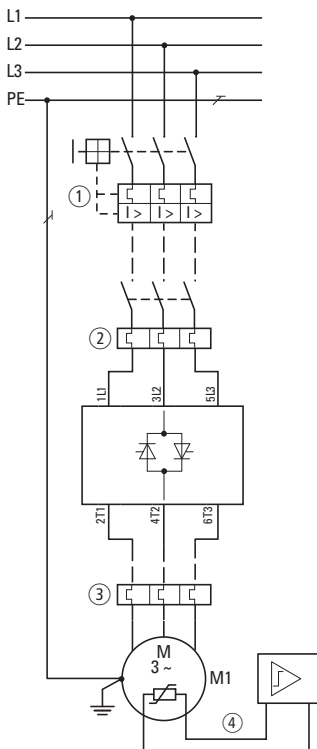
Q21: Softstarter



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

### Motorschutz



Der Motorschutz schützt den Drehstrom-Asynchronmotor vor thermischer Überlastung aufgrund mechanischer Überlastung oder beim Ausfall eines bzw. zweier Anschlussleiter.

Es gibt zwei grundlegende Arten, den Drehstrommotor im Betrieb vor Überlast zu schützen:

- Überwachung der Stromaufnahme (Motorschutzschaltung, Motorschutzrelais bzw. Bimetallrelais)
- direkte Überwachung der Temperatur in der Motorwicklung (PTC, Thermistor, Kaltleiter)

- ① Motorschutzschalter (PKZ, PKE, NZM), Abschaltung mit manueller Entriegelung
- ② Motorschutzrelais (ZB, ZEB) – hier in Kombination mit einem Schütz
- ③ Motorschutzrelais (ZB, ZEB) zur Meldung der thermischen Überlast
- ④ Thermistor-, PTC- oder Kaltleiterschutz in der Motorwicklung mit externem Melderelais (EMT)

#### Hinweis

Die Kombination der stromüberwachenden Motorschutzvarianten ①, ② oder ③ mit der temperaturüberwachenden Variante ④ bezeichnet man auch als Motorvollschutz.

#### Hinweis

Nach Auslösen eines Motorschutzes können der Softstarter und das Schutzorgan erst nach Abkühlung erneut eingeschaltet werden. Die Wiederbereitschaftszeit ist abhängig vom thermischen Zustand.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

---

### Parallelschalten von Motoren an einem Softstarter

Mit einem Softstarter können mehrere parallel geschaltete Motoren gemeinsam gestartet werden. Das Startverhalten der einzelnen Motoren kann dabei nicht beeinflusst werden.

2

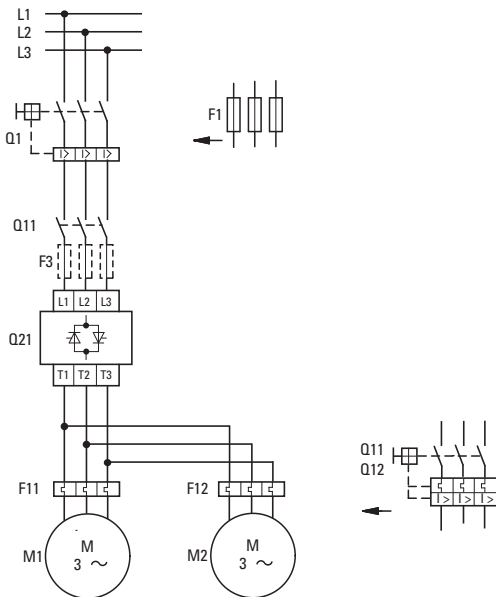
#### Hinweise

- Die Stromaufnahme aller angeschlossenen Motoren darf den Bemessungsstrom  $I_e$  des Softstarters nicht überschreiten.
- Jeder Motor muss einzeln gegen thermische Überlast geschützt werden, z. B. Thermistoren und/oder Bimetallrelais (F11, F12). Alternativ können hier auch Motorschutzschalter (Q11, Q12) eingesetzt werden.
- Es empfiehlt sich, diese Schaltungsvariante nur mit Motoren gleicher Größe auszuführen (maximale Abweichung: eine Leistungsgröße). Sind Motoren mit großen Leistungsunterschieden (z. B. 1,5 kW und 11 kW) am Ausgang eines Softstarters parallelgeschaltet, können während des Starts Probleme auftreten. Unter Umständen kann der Motor mit der geringeren Motorleistung das geforderte Drehmoment nicht aufbringen. Ursache sind die relativ großen ohmschen Widerstandswerte im Stator dieser Motoren. Sie benötigen während des Starts eine höhere Spannung.
- Der letzte Motor darf im Betrieb nicht abgeschaltet werden, da die dabei auftretenden Spannungsspitzen zu einer Schädigung der elektronischen Bauelemente im Softstarter und damit zu dessen Ausfall führen können.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

2



F11, F12: Motorschutz (Bimetallrelais) oder Motorschutzschalter (Q11, Q12)

F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional, zusätzlich zu Q1 bzw. F1)

Q1 oder F1: Kurzschluss- und Leitungsschutz

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Softstarter

2

#### Drehstrom-Schleifringläufermotor an einem Softstarter

Bei der Umrüstung bzw. Modernisierung älterer Anlagen können Softstarter auch die Funktion der Schütze und Läuferwiderstände bei mehrstufigem Drehstrom-Läufer-Selbstanlasser ersetzen. Dazu werden die Läuferwiderstände und zugeordnete Schütze entfernt und die Schleifringe des Läufers am Motor kurzgeschlossen. Der Softstarter wird anschließend in die Zuleitung eingeschaltet. Der Motorstart erfolgt dann stufenlos.

→ Abbildung, Seite 2-23

#### Hinweise

- Schleifringläufermotoren entwickeln ein hohes Anlaufmoment bei kleinerem Anlaufstrom. Sie können somit unter Nennlast anlaufen – dies muss bei der Auswahl eines Softstarters berücksichtigt werden. Nicht in jeder Applikation kann der Softstarter die Läuferwiderstände ersetzen.
- Je nach Ausprägung des Motors kann es erforderlich sein, dass die letzte Widerstandsgruppe fest am Schleifringläufer-Anschluss (K-L-M) angeschlossen bleibt.

Q1: Leitungs- und Motorüberlastschutz oder

F1: Leitungsschutz und

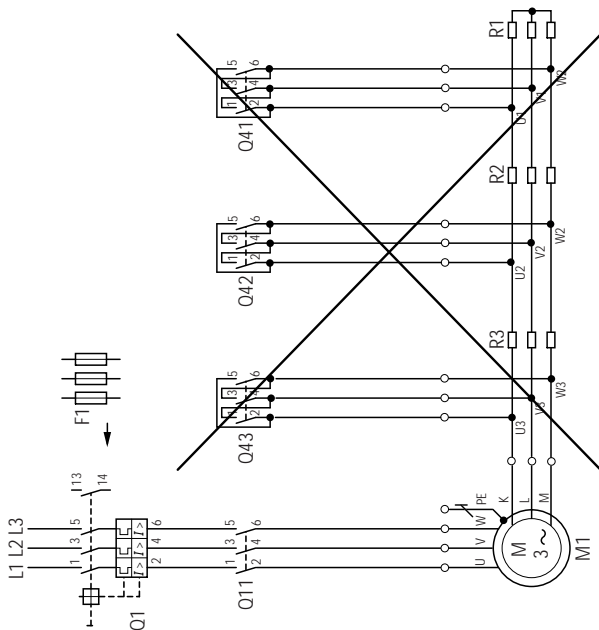
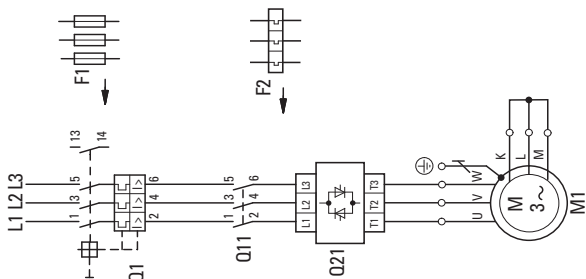
F2: Überlastschutz für den Motor erforderlich (Thermistor, Bimetallrelais), wenn der Softstarter (Q21) diese Funktion nicht beinhaltet. Beispiel: Bimetallrelais F2 in Kombination mit Schütz Q11.

M1: Schleifringläufermotor

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

2



## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Softstarter

2

#### Motoren mit Kompensationskondensatoren

Drehstrommotoren beziehen als ohmsche-induktive Verbraucher Blindleistung aus dem Netz. Diese Blindleistung kann mit Hilfe von parallel zum Motor geschalteten Kondensatoren ( $C_x$ ) kompensiert werden ① (verbesserter Leistungsfaktor  $\cos \varphi$ ).

#### Vorsicht

Im Ausgang eines Softstarters dürfen keine kapazitiven Lasten (Kondensatoren) angeschlossen werden ②. Der Softstarter würde dadurch beschädigt.

Sollen Kondensatoren zur Blindleistungskompensation und damit zur Verbesserung des Leistungsfaktors verwendet werden, müssen sie auf der Netzseite des Softstarters angeschlossen werden ③.

Wird der Softstarter zusammen mit einem Trenn- bzw. Hauptschütz (Q11) eingesetzt, müssen bei offenen Schützkontakten die Kondensatoren vom Softstarter abgetrennt sein (Q12).

Die nachfolgende Abbildung ③ zeigt eine betriebssichere Anordnung. Die Kompensationskondensatoren werden dabei über ein Kondensator-Schütz (Q12) geschaltet. Die Steuerung des Kondensator-Schützes erfolgt über das TOR-Signal (Top-of-Ramp) des Softstarters. Während der kritischen Start- und Stopp-Zeiten (Phasenanschnittsteuerung) sind die Kondensatoren vom Netz getrennt.

#### Hinweis

In Netzen mit elektronisch gesteuerten Verbrauchern (z. B. Softstartern) sollten die Kompensationseinrichtungen immer mit einer Reiheninduktivität geschaltet sein.

$C_x$ : Kondensatoren zur Blindleistungskompensation

Q1: Motorschutzschalter

Q11: Netzschütz

Q12: Kondensatorschütz

Q21: Softstarter

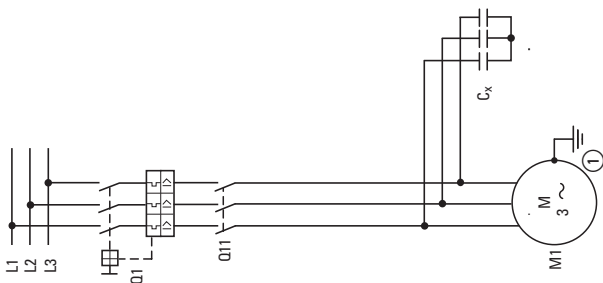
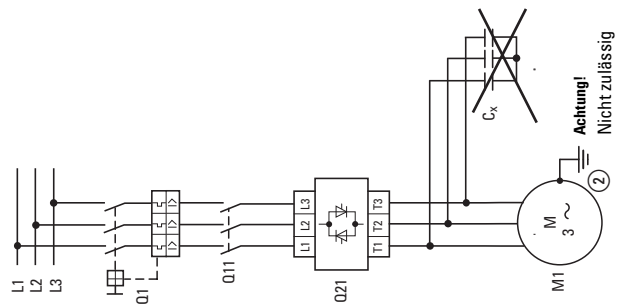
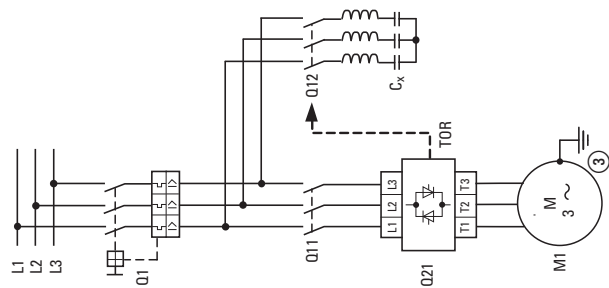
M1: Drehstrom-Asynchronmotor



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Softstarter

2



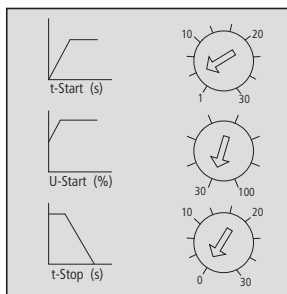
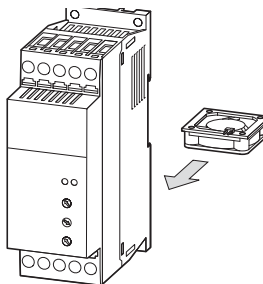
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Produktmerkmale DS7

- Zweiphasig gesteuerter Softstarter, erfüllt die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2
- Leistungsteil und Steuerteil sind galvanisch voneinander getrennt
- Leistungsteil:
  - Bemessungsbetriebsspannung: 200 – 480 V, -15 % / +10 %
  - Netzfrequenz: 50/60 Hz  $\pm 10$  %
  - Überlastzyklus: AC53a: 3 – 5: 75 – 10
- Steuerspannung/Reglerversorgungsspannung:
  - DS7-340...: 24 V AC/DC, -15 % / +10 %
  - DS7-342...: 120 - 230 V AC, -15 % / +10 %
  - AC: 50/60 Hz  $\pm 10$  %
  - Steuerspannung und Reglerversorgungsspannung haben stets gleiches Potenzial und Spannungsniveau.
- Relais-Kontakte (potenzialfrei)
  - TOR (Top-of-Ramp): 230 V AC, 1 A, AC-11  
In Baugröße 1 (bis 12 A) mit Potenzialanbindung an das Steuerteil
  - RUN (Betriebsmeldung): 230 V AC, 1 A, AC-11  
In Baugröße 1 (bis 12 A) ist dieser Relais-Kontakt nicht vorhanden.
- Umgebungstemperatur im Betrieb: -5 bis +40 °C, max. +60 °C mit Derating und Gerätelüfter
- Lastzyklus: 10 Starts pro Stunde, max. 40 Starts mit Derating und eingebautem Gerätelüfter (optional)
- Statusanzeige (LEDs)
  - RUN = Betriebsmeldung (grün)
  - Error = Fehlermeldung (rot)
- Parametrierung/Einstellung über drei frontseitig angeordnete Parameter

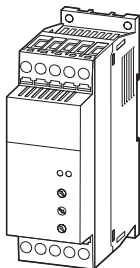
DS7 mit Gerätelüfter DS7-FAN-032



t-Start = Rampenzeit (1 - 30 s) für die Spannungserhöhung von dem Wert U-Start bis zur Netzspannung ( $U_{LN}$ )

U-Start = Startspannung (30 - 100 %), beeinflusst das Drehmoment des Motors

t-Stop = Rampenzeit (0/1 - 30 s) für die Spannungsreduzierung von der Netzspannung ( $U_{LN}$ ) bis auf den Wert von U-Start

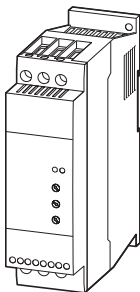
**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DS7****Baugrößen DS7****Baugröße 1 (4 bis 12 A)**

DS7-34...SX004...

DS7-34...SX007...

DS7-34...SX009...

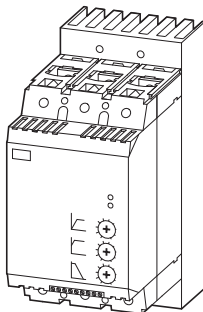
DS7-34...SX012...

**Baugröße 2 (16 bis 32 A)**

DS7-34...SX016...

DS7-34...SX024...

DS7-34...SX032...

**Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)**

DS7-34...SX041...

DS7-34...SX055...

DS7-34...SX070...

DS7-34...SX081...

DS7-34...SX100...

DS7-34...SX135...

DS7-34...SX160...

DS7-34...SX200...

**Dokumentation**

Handbuch: MN03901001Z

Montageanweisungen:

IL03902003Z (für Baugröße 1)

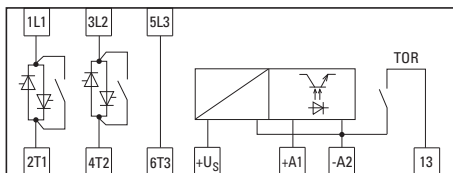
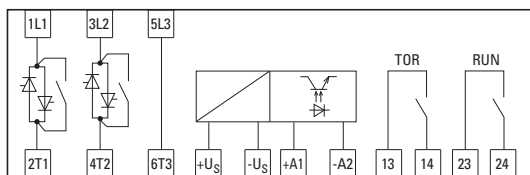
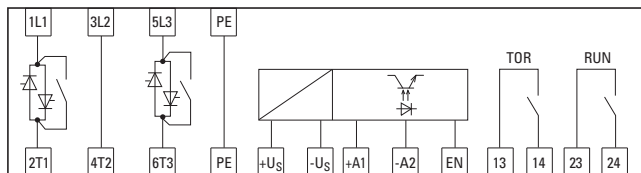
IL03902004Z (für Baugröße 2)

IL03902005Z (für Baugröße 3 und 4)

**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DS7**

Leistungsbedingt weichen die Anzahl und Anordnung der Steuerklemmen sowie der

Aufbau im Leistungsteil in den einzelnen Baugrößen voneinander ab.

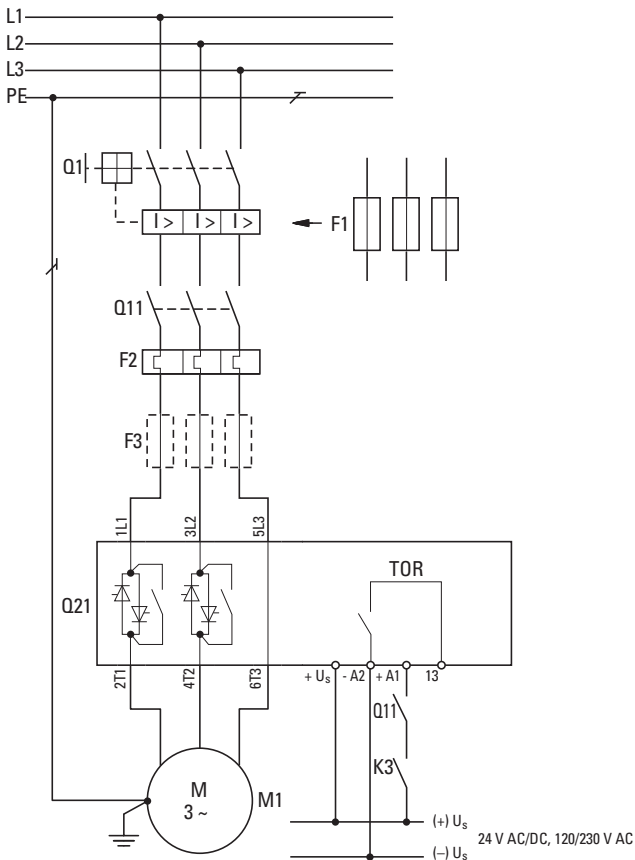
**Baugröße 1 (4 bis 12 A)****2****Baugröße 2 (16 bis 32 A)****Baugröße 3 und 4 (41 bis 200 A)**

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

Standardanschluss mit vorgeschaltetem Netzschütz und Softstopp-Rampe

Standardanschluss mit Netzschütz, Baugröße 1 (4 bis 12 A)

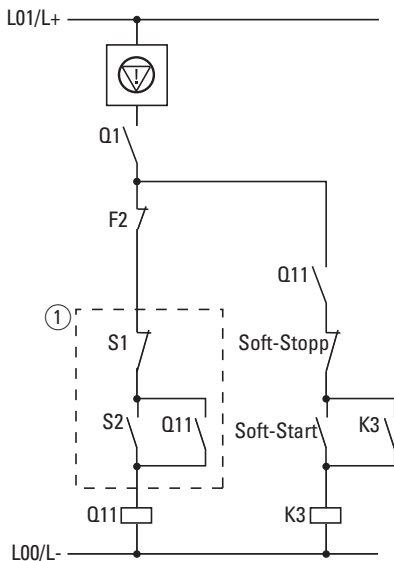


**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DS7****Ansteuerung mit Netzschütz**

- Q1, F1: Kurzschluss- und Leitungsschutz  
 Q11: Netzschütz  
 F2: Motorschutz  
 F3: optionale Halbleitersicherung für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1 bzw. F1  
 K3: Start/Stop

**2**

- ① optional – falls ein Stopp ohne Soft-Stop gefordert wird  
 Einstellung: t-Stop > 0

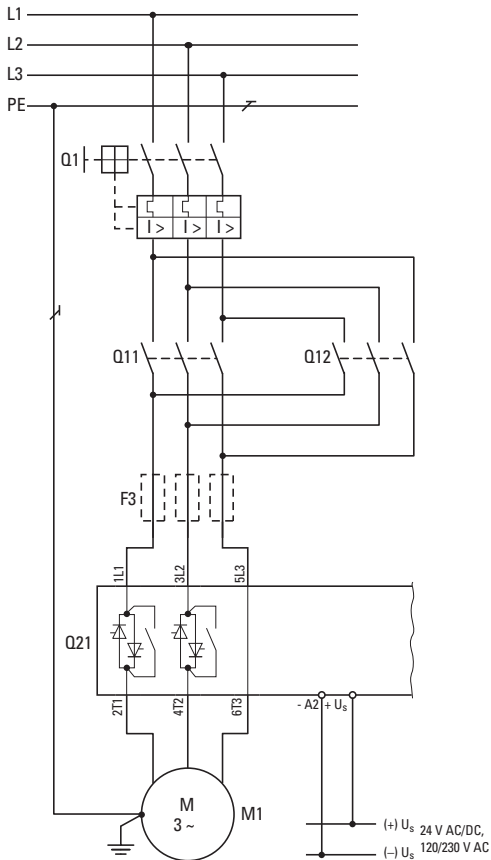


# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Drehrichtungsumkehr mit Softstopp-Rampe

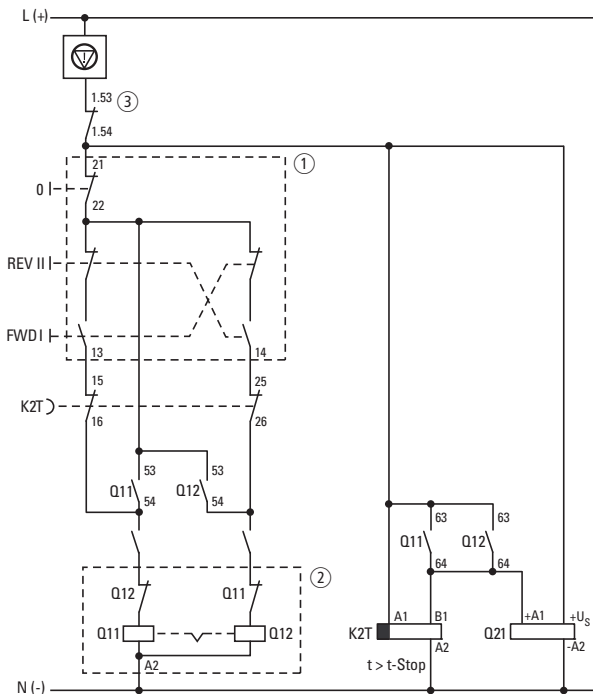
#### Baugröße 1 (4 bis 12 A)



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Ansteuerung Drehrichtungsumkehr



FWD = Rechtsdrehfeld (forward run)

REV = Linksdrehfeld (reverse run)

Q11 = Netzschütz FWD

Q12 = Netzschütz REV

① Dreifachdrucktaster

② Wendestarter

③ Normalhilfsschalter



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

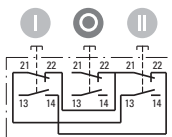
### Ansteuerung Drehrichtungsumkehr

#### Hinweis

Die Steuerspannungen (+U<sub>S</sub>) des Softstarters DS7 und der Schützsteuerung müssen gleiches Potenzial haben: 24 V DC/AC oder 120/230 V AC

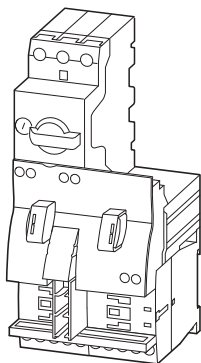
Q1, Q11, Q12 = Motorstarterkombination MSC-R ② ist ein Kompaktgerät mit elektrischer und mechanischer Verriegelung.

Q1 für Leitungs- und Motorschutz wird ergänzt um den Hilfsschalter NHI-E-10-PKZO ③.



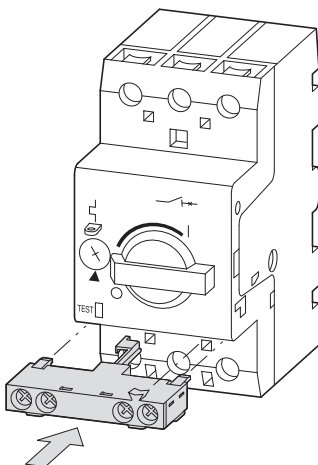
M22-I3-M1

① Schaltzeichen Dreifachdrucktaster



MSC-R...

② Wendestarter



NHI-E-10-PKZO

③ Normalhilfsschalter (grau)

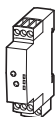
## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DS7

2



DIL-XHI20



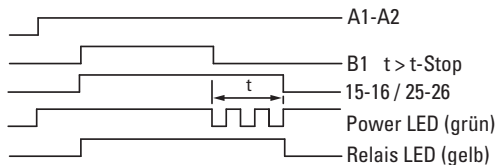
ETR2-11

Die beiden Wendeschütze Q11 und Q12 werden durch zwei Hilfsschalterbausteine DILA-XHI20 ergänzt.

Der Schließer 53/54 dient zur Selbsthaltung der Wendeschütze Q11 und Q12; Schließer 63/64 steuert das Zeitrelais K2T und den Softstarter Q21 an.

Die Drucktaster 0, I, II als Komplettgerät (M22-I3-M1) für den Aufbau ① ermöglichen den Drehrichtungswechsel über Stopp.

K2T ist ein rückfallverzögertes Zeitrelais (vom Typ ETR2) und simuliert hier das RUN-Signal. Die Rückfallzeit muss dabei größer als die beim Softstarter DS7 eingestellte Stopp-Zeit ( $t$ -Stop) sein. Ein Umschalten in die andere Drehrichtung ist erst nach Ablauf des hier eingestellten Wertes möglich.

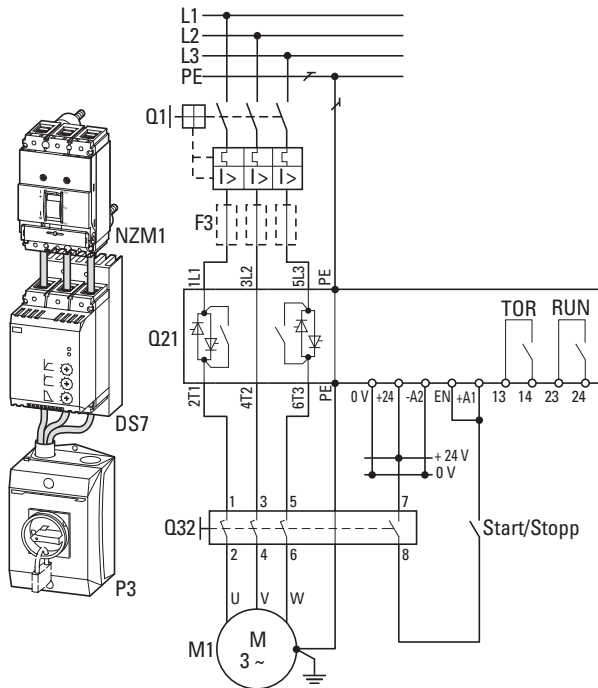


# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Kompakter Motorstarter mit Wartungsschalter

Softstarter DS7, Leistungsschalter NZM1  
und Wartungsschalter P3,  
Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)



F3: überflinke Halbleitersicherung  
(optional für Zuordnungsart 2,  
zusätzlich zu Q1)

Q1: Leitungs- und Motorschutz

Q21: Softstarter DS7

Q32: Wartungsschalter (vor Ort)

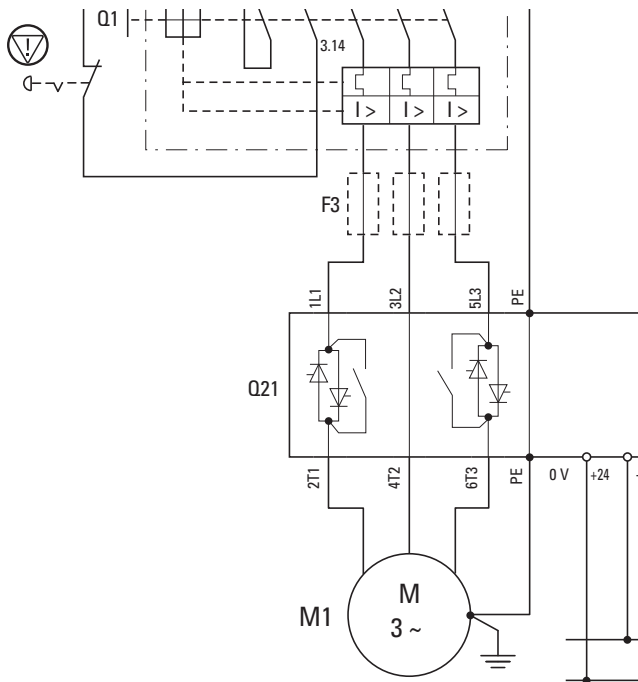
M1: Drehstrommotor

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

Leistungsschalter NZM mit NOT-AUS-Funktion nach IEC/EN 60204 und VDE 0113-1, Baugröße 3 + 4 (41 bis 200 A)

2



- ⊖ NOT-AUS
- F3: überflinke Halbleitersicherung (optional für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1)
- Q1: Leitungs- und Motorschutz (NZM1, NZM2)
- Q21: Softstarter DS7
- M1: Motor

- ① Steuerleitungsanschluss
- ② Unterspannungsauslöser mit voreilendem Hilfsschalter

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DS7

#### Bypass-Schaltung

##### Hinweis

Bei den Geräten der Reihe DS7-34... sind bereits Bypass-Kontakte eingebaut. Ein externer Bypass für den Dauerbetrieb mit einem Softstarter DS7 ist daher nicht erforderlich.

##### Bypass-Schaltung für Notbetrieb

Beim Betrieb von Pumpen ist eine der häufigsten Forderungen, mit dem Bypass-Schütz einen Notbetrieb fahren zu können. Mit einem Serviceschalter wird zwischen Softstarterbetrieb und Direktstarterbetrieb über ein Bypass-Schütz (Q22) ausgewählt. Der Softstarter wird dann komplett freigeschaltet. Wichtig dabei ist, dass der Ausgangskreis nicht im laufenden Betrieb geöffnet wird. Die Verriegelungen sorgen dafür, dass nur nach einem Stopp eine Umschaltung möglich ist. Eine elektrische und/oder mechanische Verriegelung der Schütze Q22 und Q31 gewährleistet einen sicheren Betriebszustand.

#### Hinweis

Im Gegensatz zum einfachen Bypass-Betrieb muss hier das Bypass-Schütz nach Gebrauchskategorie AC-3 ausgelegt werden.

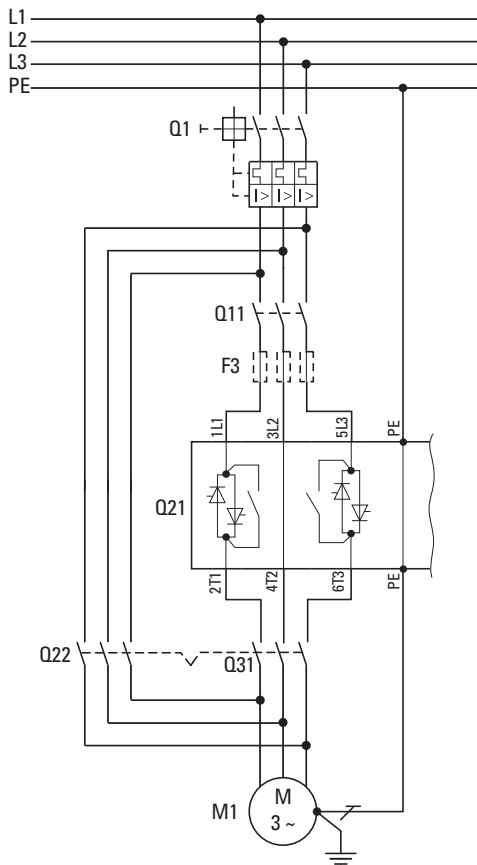
- F3: überflinke Halbleitersicherung (optional) für Zuordnungsart 2 (zusätzlich zu Q1)
- Q1: Leitungs- und Motorschutz
- Q11: Netzschütz (optional) zum Abtrennen im Notbetrieb
- Q21: Softstarter
- Q22: Bypass-Schütz
- Q31: Motorschütz
- M1: Motor

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

Leistungsteil DS7  $\geq 41$  A mit Bypass-Notbetrieb (Beispiel Pumpe)

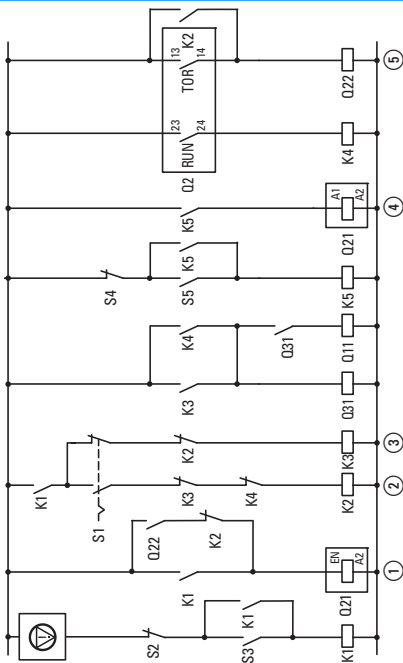
2



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

Ansteuerung mit Bypass-Notbetrieb (Pumpenbetrieb)



S1: Betriebsarten-Wahlschalter

S2: Aus

S3: Ein

S4: Stopp (Softstarter)

S5: Start (Softstarter)

① Freigabe (Enable)

② Automatik-Betrieb (Softstarter)

③ Hand-/Bypass-Betrieb

④ Softstart/Softstopp

⑤ Bypass-Schütz

### Hinweis

Die hier abgebildete Steuerung kann auch für die Softstarter DS7 in der Baugröße 2 (16 bis 32 A) eingesetzt werden.

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DS7

#### Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)

Werden mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter gestartet, so ist bei der Umschaltung folgende Reihenfolge zu beachten:

1. Mit Softstarter starten
2. Bypass-Schütz Qn2 durch TOR (Top-of-Ramp) einschalten
3. Softstarter sperren
4. Softstarterausgang mit Qn1 auf den nächsten Motor schalten
5. Erneut starten

F3: überflinke Halbleitersicherung (optional für Zuordnungsart 2, zusätzlich zu Q1)

Q1: Leitungsschutz

Q2: Softstarter DS7

Qn1: Motorschütz (1, 2, n)

Qn2: Netz-Bypass-Schütz für Motor (1, 2, n)

Qn3: Motorschutz (Motorschutzschalter oder Bimetallrelais)

Mn: Motor (1, 2, n)

2

#### Hinweise

- Beim Starten mehrerer Motoren mit einem Softstarter ist die thermische Belastung des Softstarters (Starthäufigkeit, Strombelastung) zu beachten. Sollen die Starts zeitlich dicht hintereinander liegen, so ist unter Umständen der Softstarter größer zu dimensionieren (das heißt, der Softstarter ist mit einem entsprechend höheren Lastspiel auszulegen).
- Aufgrund der thermischen Auslegung der Softstarter DS7 ist ein Start von mehreren Motoren mit einem Gerät der Reihe DS7 nur mit einem optionalen Lüfter zu empfehlen.

#### Hinweise

- Die hier abgebildete Steuerung kann auch für die Softstarter DS7 in der Baugröße 2 (16 bis 32 A) eingesetzt werden, jedoch ohne Freigabe ① (Enable).
- Alternativ zu den Motorschutzrelais Q13, Q23, ... , Qn3 können hier auch Bimetallrelais eingesetzt werden (siehe Seite 2-21).

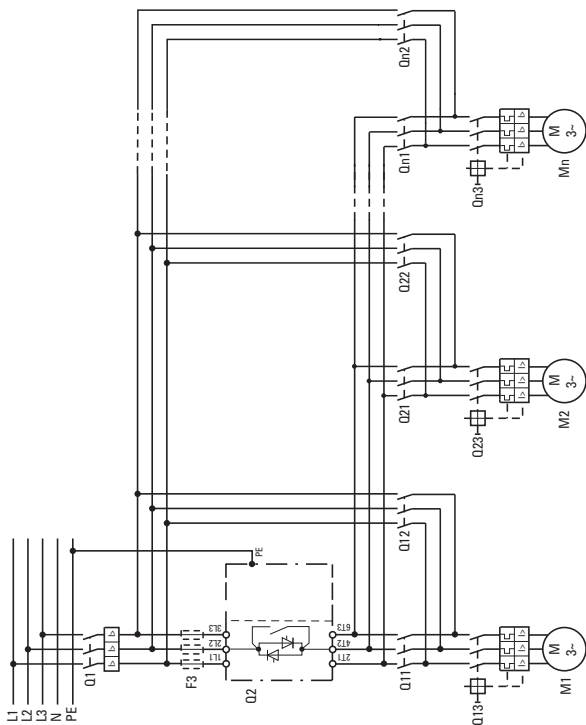


## Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

Kaskadensteuerung

Leistungsteil Motorkaskade (Beispiel Baugröße 3 und 4)

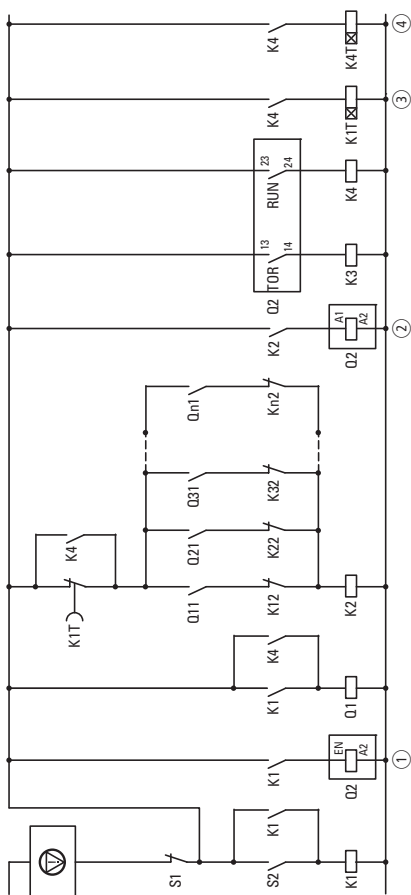


# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Ansteuerung Motorkaskade, Teil 1

2

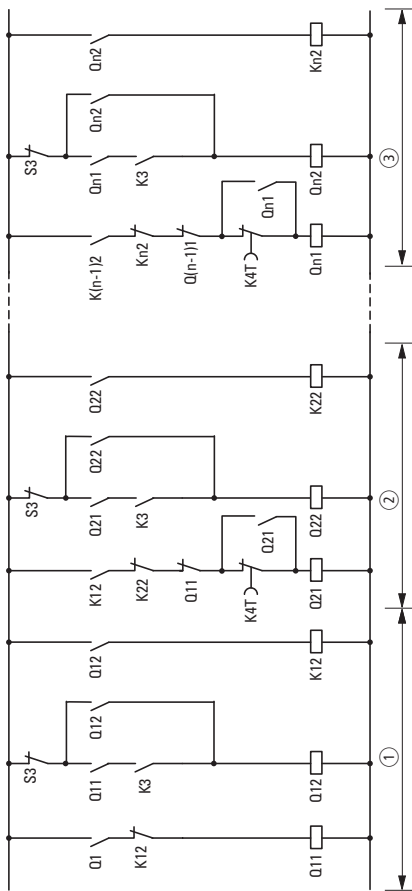


- ① Enable
- ② Softstart/Softstopp
- ③ Starthäufigkeitsüberwachung. Das Zeitrelais muss so eingestellt sein, dass der Softstarter thermisch nicht überlastet wird. Die entsprechende Zeit ergibt sich aus der zulässigen Schalthäufigkeit des gewählten Softstarters. Gegebenenfalls Softstarter größerer Leistung einsetzen.
- ④ Zeitrelais auf ca. 2 s Rückfallverzögerung einstellen. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass bei laufendem Softstarter nicht der nächste Motorzweig zugeschaltet werden kann. Der Öffner S1 schaltet alle Motoren gleichzeitig ab.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DS7

### Ansteuerung Motorkaskade, Teil 2



- ① Motor 1
- ② Motor 2
- ③ Motor n

Der Öffner S3 ist erforderlich, falls Motoren auch einzeln abgeschaltet werden sollen.

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

2

#### Produktmerkmale DM4

- Dreiphasig gesteuerter Softstarter; erfüllt die Produktnorm IEC/EN 60947-4-2
- Parametrierbar und kommunikationsfähig mit steckbaren Steuerklemmen und Schnittstelle für Optionen:
  - Bedien- und Parametriereinheit
  - serielle Schnittstelle
  - Feldbusanschaltung
- Applikationswahlschalter mit vorprogrammierten Parametersätzen für zehn Standardapplikationen
- I<sup>2</sup>t-Regler
  - Strombegrenzung
  - Überlastschutz
  - Leerlauf-/Unterstromerkennung (z. B. Keilriemenabriss)
- Kick- und Schweranlaufstart
- automatische Steuerspannungserkennung
- 3 Relais, z. B. Störmeldung, TOR (Top-of-Ramp)
- Leistungsteil:
  - Bemessungsbetriebsspannung 230 - 480 V, -15 % / + 10 %
  - Netzfrequenz: 50/60 Hz ± 10 %
- Steuerspannung/Reglerversorgungsspannung:
  - 24 V DC
  - 120 - 240 V AC, -15 % / +10 %, 50/60 Hz
- Umgebungstemperatur im Betrieb: 0 bis +40 °C
- Lastzyklus: 10 Starts pro Stunde mit 3,5 x I<sub>e</sub> für max. 35 s

Für zehn typische Anwendungen sind entsprechend eingestellte Parametersätze einfach über einen Wahlschalter (siehe Seite 2-48) abrufbar.

Weitere anlagenspezifische Parameter-einstellungen können über eine optional erhältliche Bedieneinheit individuell angepasst werden. Zum Beispiel die Betriebsart Drehstromsteller. In dieser Betriebsart können mit DM4 dreiphasige ohmsche und induktive Lasten (Heizungen, Beleuchtungen, Transformatoren) gesteuert und mit Istwertrückführung (geschlossener Regelkreis) auch geregelt werden.

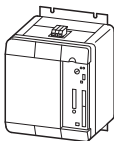
An Stelle der Bedieneinheit können auch intelligente Schnittstellen aufgesteckt werden:

- serielle Schnittstelle RS232/RS485 (Parametrierung über PC-Software)
- Feldbusanschaltung PROFIBUS-DP

Der Softstarter DM4 ermöglicht den Sanftanlauf in seiner komfortabelsten Form. So kann auf zusätzliche, externe Komponenten wie Motorschutzrelais verzichtet werden, da neben der Phasenausfallüberwachung und der internen Motorstrommessung auch die Temperaturmessung in der Motorwicklung über den integrierten Thermistoreingang ausgewertet wird.

#### Hinweis

Die optionalen überflinken Halbleitersicherungen (F3) für Zuordnungsart 2 können ab der Baugröße 2 (ab 85 A) in Gehäuse des Softstarters DM4 eingesetzt werden.

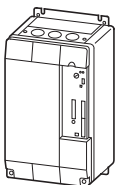
**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****Baugrößen DM4**

Baugröße 1

16 - 72 A

zugeordnete Motorleistung bei 400 V:

7,5/11 - 37 kW

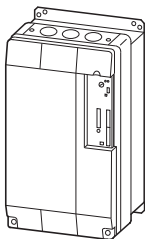


Baugröße 2

85 - 146 A

zugeordnete Motorleistung bei 400 V:

45/75 - 75/132 kW

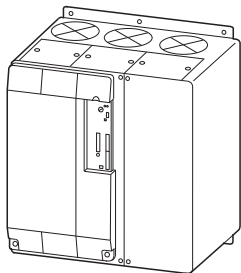


Baugröße 3

174 - 370 A

zugeordnete Motorleistung bei 400 V:

90/160 - 200/315 kW



Baugröße 4

500 - 900 A

zugeordnete Motorleistung bei 400 V:

250/400 - 500/900 kW

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

---

#### Dokumentation

Handbücher:

AWB8250-1346

(„Auslegung von Softstartern“)

AWB8250-1341 („DM4 Softstarter“)

AWB8240-1398 („DE4-NET-DP2 Schnittstellenmodul für PROFIBUS-DP“)

AWB823-1279

(„DE4-COM-2X Schnittstellenmodul“)

AWB8240-1344

(„DE4-KEY-2 Bedieneinheit“)

Montageanweisungen:

AWA8250-1704 (bis 37 kW)

AWA8250-1751 (45 bis 75 kW)

AWA8250-1752 (90 bis 200 kW)

AWA8250-1783 (250 bis 500 kW)

# Notizen

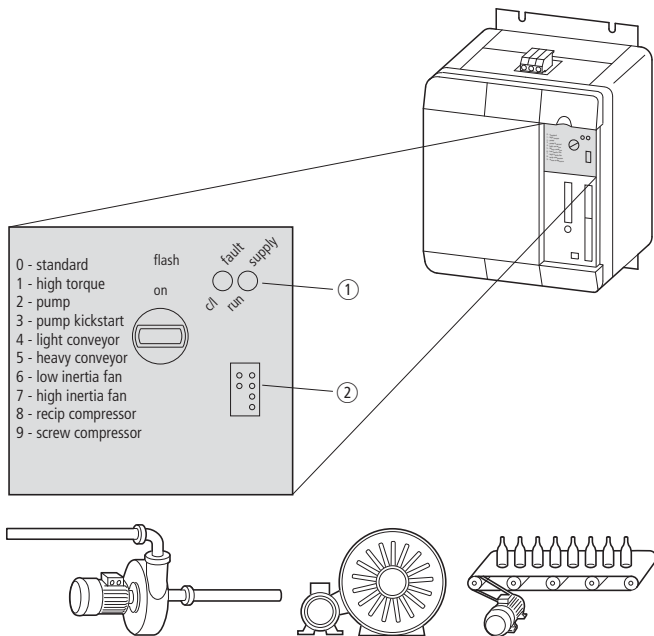
---

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

Der Applikationswahlschalter ermöglicht eine direkte Zuordnung ohne Parametrierung.

2





**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****Standard-Applikationen (Wahlschalter)**

Bedruckung auf Gerät	Anzeige in der Bedieneinheit	Bedeutung	Besonderheiten
Standard	Standard	Standard	<ul style="list-style-type: none"> <li>Werkseinstellung, für die meisten Anwendungen ohne Anpassung geeignet</li> </ul>
High torque <sup>1)</sup>	LosbrechM.	hohes Losbrechmoment	<ul style="list-style-type: none"> <li>Antriebe mit erhöhtem Losbrechmoment</li> </ul>
Pump	Kleine Pumpe	kleine Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pumpenantriebe bis 15 kW</li> </ul>
Pump Kickstart	Große Pumpe	große Pumpe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pumpenantriebe über 15 kW</li> <li>größere Auslaufzeiten</li> </ul>
Light conveyor	Kleines Band	kleines Transportband	–
Heavy conveyor	Großes Band	großes Transportband	–
Low inertia fan	Lüfter klein	leichter Lüfter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lüfterantrieb mit relativ geringem Massenträgheitsmoment, max. das 15-Fache Motorträgheitsmoment</li> </ul>
High inertia fan	Lüfter groß	schwerer Lüfter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lüfterantrieb mit relativ großem Massenträgheitsmoment, mehr als das 15-Fache Motorträgheitsmoment</li> <li>längere Anlaufzeiten</li> </ul>
Recip compressor	Kolbenpumpe	Kolbenverdichter	<ul style="list-style-type: none"> <li>erhöhte Startspannung</li> <li>cos <math>\varphi</math>-Optimierung angepasst</li> </ul>
Screw compressor	Schraub.Komp	Schraubenkompressor	<ul style="list-style-type: none"> <li>erhöhter Strombedarf</li> <li>keine Strombegrenzung</li> </ul>

1) Bei der Einstellung „High torque“ wird vorausgesetzt, dass der Softstarter um den Faktor 1,5 mehr Strom liefern kann, als auf dem Motor gestempelt ist.

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

#### Freigabe/sofortiger Stopp ohne Rampenfunktion (z. B. bei NOT-AUS)

2

Der Digital-Eingang E2 ist in der Werkseinstellung so programmiert, dass er die Funktion „Freigabe“ hat. Nur wenn ein High-Signal an der Klemme anliegt, ist der Softstarter freigegeben. Ohne Freigabesignal kann der Softstarter nicht betrieben werden.

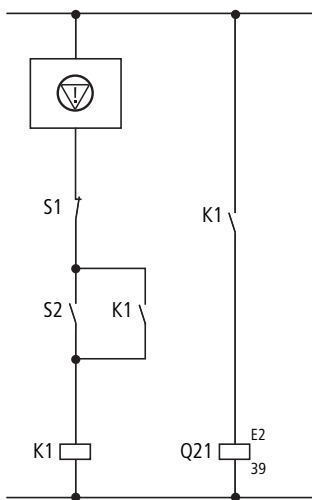
Bei Drahtbruch oder Unterbrechung des Signals durch einen NOT-AUS-Kreis wird im Softstarter der Regler sofort gesperrt und der Leistungskreis abgeschaltet, danach fällt das „Run“-Relais ab.

Normalerweise wird der Antrieb über eine Rampenfunktion gestoppt.

Falls die Betriebsverhältnisse eine sofortige Spannungsfreischaltung erfordern, erfolgt diese über das Freigabesignal.

#### Vorsicht!

Sie müssen in allen Betriebsfällen immer zuerst den Softstarter stoppen („Run“-Relais abfragen), bevor Sie die Leistungsleitungen mechanisch unterbrechen. Andernfalls wird ein fließender Strom unterbrochen – dadurch entstehen Spannungsspitzen, die in seltenen Fällen die Thyristoren des Softstarters zerstören können.



- ⊕ NOT-AUS
- E2: Digital-Eingang
- Q21: Softstarter
- (E2 = 1 → freigegeben)
- S1: Aus
- S2: Ein

## Elektronische Motorstarter und Drives

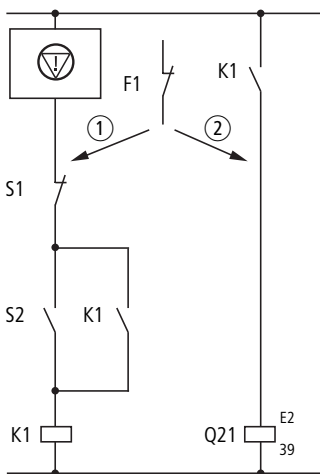
### Anschlussbeispiel DM4

#### Einbindung des Motorschutzrelais in die Steuerung

Wir empfehlen, anstelle eines Motorschutzschalters mit eingebautem Motorschutzrelais ein externes Motorschutzrelais zu verwenden. Nur dann kann über die Ansteuerung sichergestellt werden, dass im Überlastfall der Softstarter kontrolliert heruntergefahren wird.

#### Vorsicht!

Bei einem direkten Öffnen der Leistungsleitungen kann es zu Überspannungen kommen, die die Halbleiter im Softstarter zerstören können.



Es gibt zwei Möglichkeiten, ein Motorschutzrelais in die Steuerung einzubinden, die in nebenstehender Abbildung dargestellt sind:

- ① Die Meldekontakte des Motorschutzrelais werden in den Ein-/Aus-Kreis eingebunden. Im Fehlerfall fährt der Softstarter mit der eingestellten Rampenzeit herunter und schaltet ab.
- ② Die Meldekontakte des Motorschutzrelais werden in den Freigabe-Kreis eingebunden. Im Fehlerfall wird der Ausgang des Softstarters sofort abgeschaltet. Der Softstarter schaltet zwar ab, das Netzschütz bleibt aber eingeschaltet. Um das Netzschütz mit abzuschalten, muss ein zweiter Kontakt des Motorschutzrelais mit in den Ein-/Aus-Kreis eingebunden werden.

⊖ NOT-AUS

S1: Aus

S2: Ein

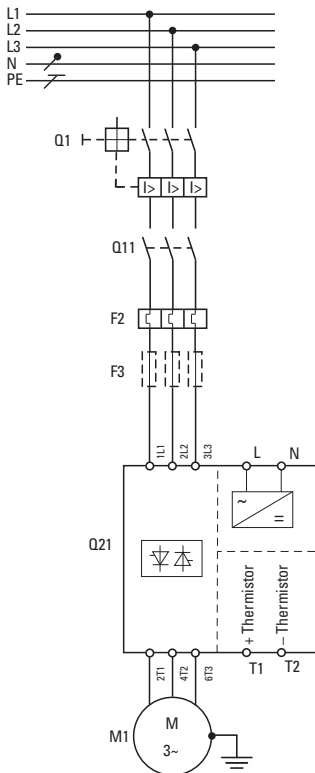
Q21: Softstarter (E2 = 1 → freigegeben)

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

2

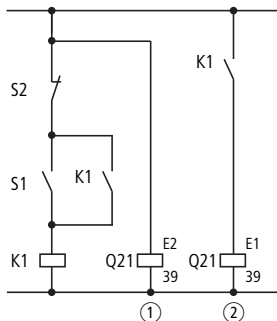
### Mit separatem Schütz und Motorschutzrelais



### Standardanschluss

Zur Trennung vom Netz ist entweder ein Netzschütz vor dem Softstarter oder ein zentrales Schaltorgan (Schütz oder Hauptschalter) notwendig.

### Ansteuerung



F2: Motorschutzrelais

F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional)

M1: Motor

Q1: Leitungsschutz

Q11: Netzschütz

Q21: Softstarter

S1: Soft-Start

S2: Soft-Stop

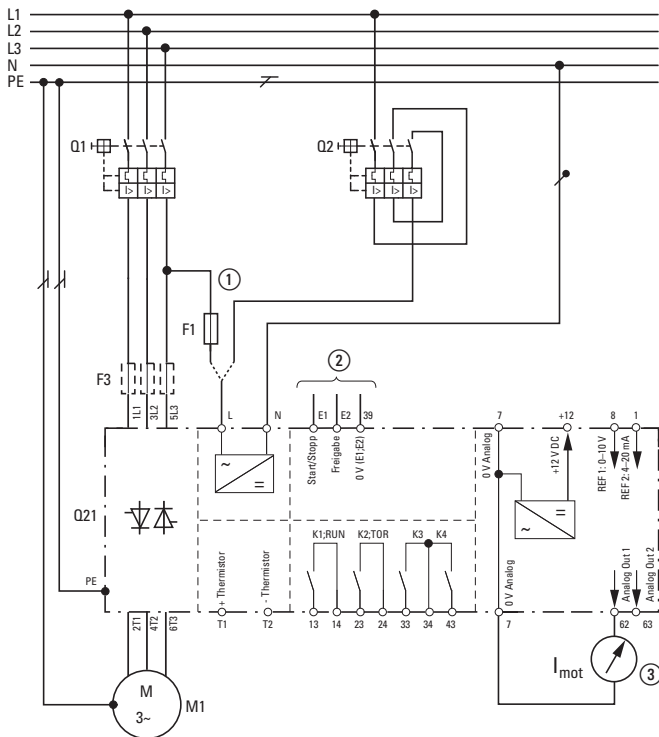
① Freigabe

② Soft-Start/Soft-Stop

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

### Ohne Netzschütz



F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional)

Q1: Leitungs- und Motorschutz

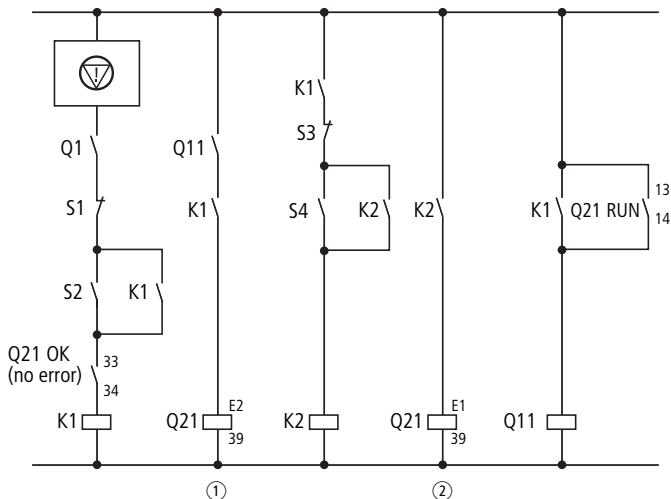
Q21: Softstarter

M1: Motor

① Steuerspannung über Q1 und F11 oder separat über Q2

② siehe Ansteuerung

③ Motorstromanzeige

**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****Softstarter mit separatem Netzschütz****Ansteuerung****2**

⊖ NOT-AUS

M1: Motor mit Temperaturfühler  
(Thermistor)

Q1: Leitungs- und Motorschutz

Q21: Softstarter

S1: Aus (ungeführter Auslauf)

S2: Ein

S3: Soft-Start

S4: Soft-Stopp (Verzögerungsrampe)

① Freigabe

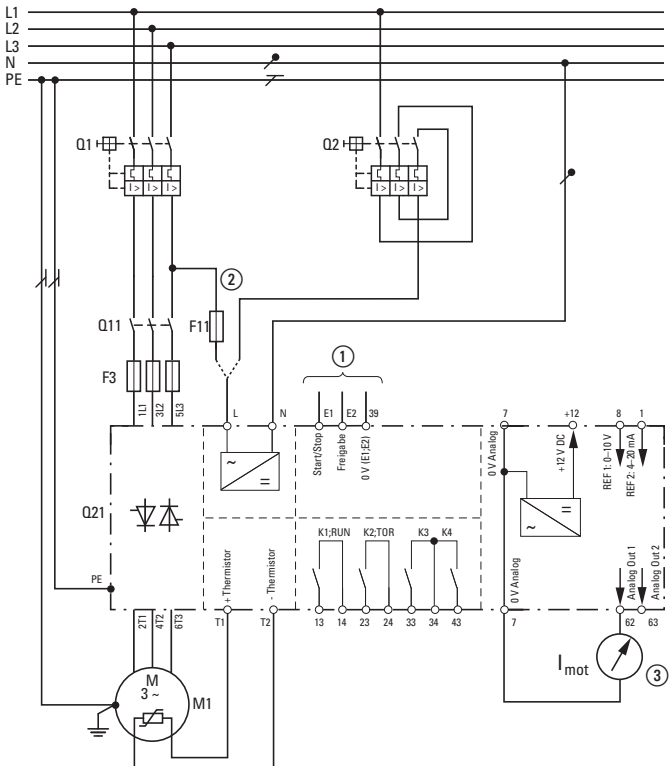
② Soft-Start/Soft-Stopp

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

### Softstarter mit separatem Netzschütz

2



E1: Start/Stop  
 E2: Freigabe  
 T1: + Thermistor  
 T2: - Thermistor

- ① siehe Ansteuerung
- ② Steuerspannung über Q1 und F11 oder über Q2
- ③ Motorstromanzeige

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

2

#### In-Delta-Schaltung

In der Regel werden Softstarter direkt in Serie mit dem Motor geschaltet (In-Line-Schaltung). Der Softstarter DM4 ermöglicht allerdings auch den Betrieb in der sogenannten In-Delta-Schaltung (auch als „Wurzel-3-Schaltung“ bezeichnet).

Die antiparallelen Thyristoren werden dabei direkt in Reihe mit den einzelnen Motorwicklungen geschaltet.

Vorteile (gegenüber In-Line-Schaltung):

- Kostengünstig, da der Softstarter nur für ca. 58 % ( $1/\sqrt{3}$ ) des Bemessungsstroms ausgelegt sein muss – insbesondere bei Motorleistungen > 30 kW und bei Austausch von Stern-Dreieck-Startern.
- Bei gleicher Motorleistung reduziert sich die notwendige Softstarterleistung.

Nachteile (gegenüber In-Line-Schaltung):

- Der Motor muss wie bei der Stern-Dreieck-Schaltung mit sechs Leitern angeschlossen werden.
- Der Motorschutz des Softstarters DM4 ist nur in einem Strang aktiv. Es muss daher eine zusätzliche Motorschutzeinrichtung im Parallelstrang oder in der Zuleitung installiert werden. Der Motor kann hier beispielsweise auch über Thermistoren geschützt werden.

#### Hinweise

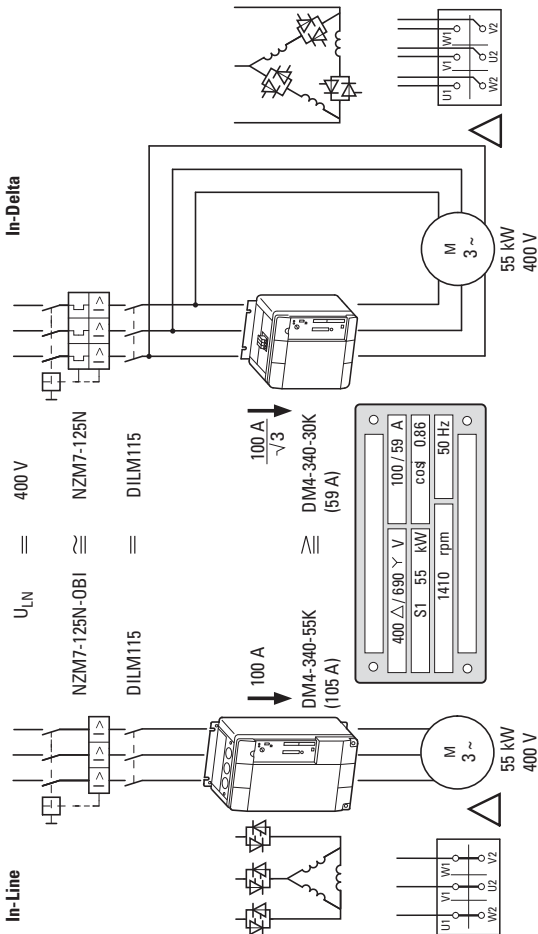
- Die Spannung der Motorwicklung muss mit der Netzspannung übereinstimmen. Bei einer Netzspannung von 400 V muss der Motor somit für 400 V/690 V gestempelt sein.
- Auch in der In-Delta-Schaltung kann der Softstarter selbst für den Dauerbetrieb durch ein Bypass-Schütz überbrückt werden (siehe Seite 2-60). Die Ansteuerung erfolgt durch TOR (Top-of-Ramp).

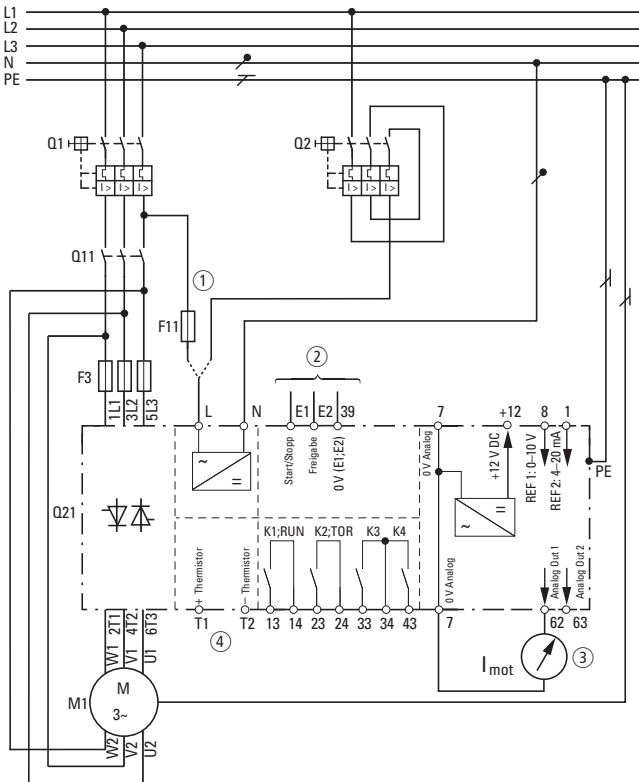


## Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

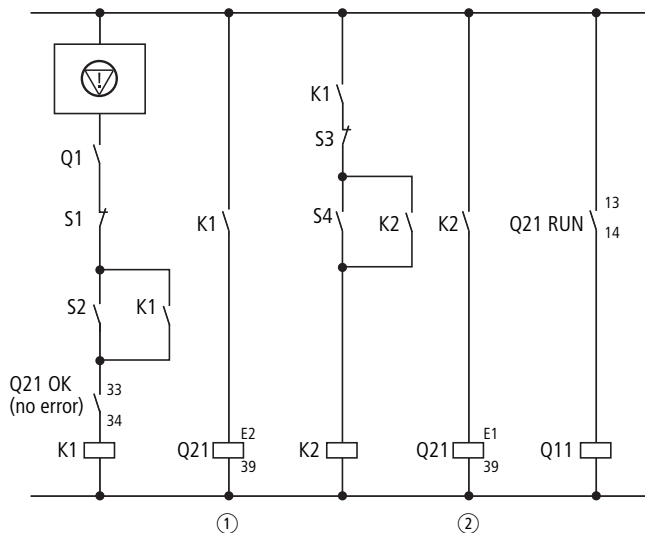
In-Line-/In-Delta Schaltung



**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****In-Delta-Schaltung**

- ① Steuerspannung über Q1 und F11  
oder über Q2
- ② siehe Ansteuerung (→ Seite 2-61)

- ③ Motorstromanzeige
- ④ Thermistoranschluss

**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****Ansteuerung**

⊖ NOT-AUS

E2: Freigabe

Q1: Leitungs- und Motorschutz

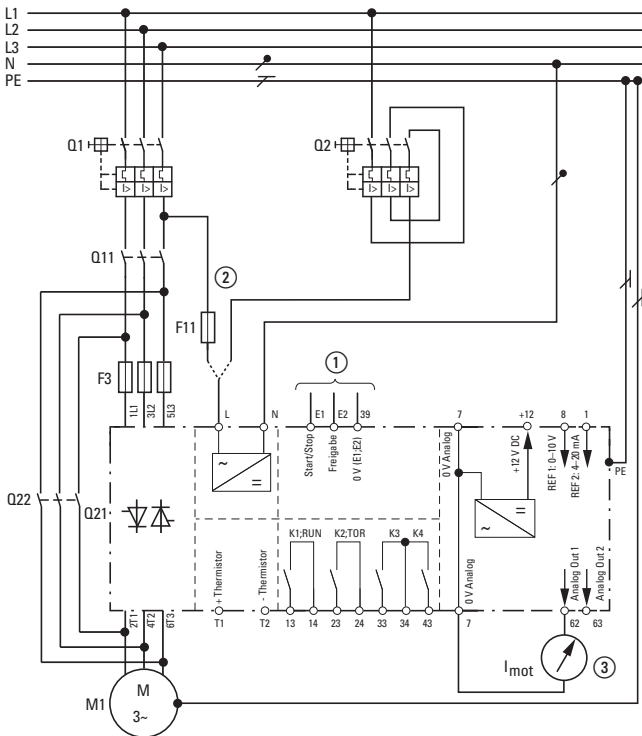
S1: AUS; freier Auslauf des Motors

S2: EIN/Start

S3: Soft-Stopp

① Freigabe

② Soft-Start/Soft-Stopp

**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel DM4****Bypass-Schaltung**

E1: Start/Stop  
 E2: Freigabe  
 T1: + Thermistor  
 T2: - Thermistor

- ① siehe Ansteuerung (→ Seite 2-61)  
 ② Steuerspannung über Q1 und F11  
 oder über Q2  
 ③ Motorstromanzeige

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

### Bypass-Schaltung

Der Softstarter DM4 steuert nach Beendigung des Hochlaufs (volle Netzspannung erreicht) das Bypass-Schütz an. Dadurch wird der Motor direkt mit dem Netz verbunden.

Vorteil:

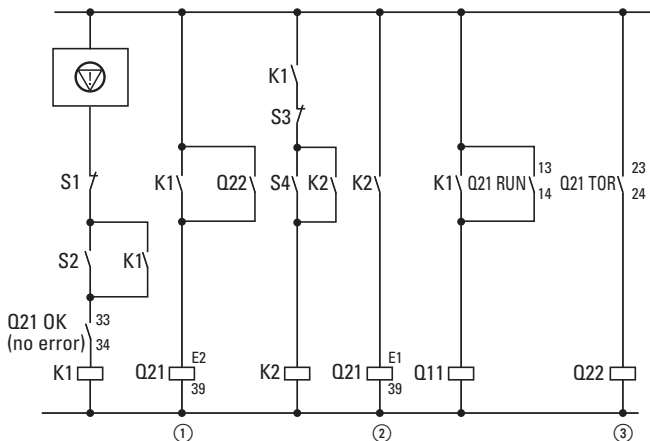
- Die Verlustleistung des Softstarters wird auf die Leerlauf-Verlustleistung reduziert.
- Die Grenzwerte der Funkstörklasse „B“ werden eingehalten.

Das Bypass-Schütz wird nun in einen stromlosen Zustand geschaltet und kann daher nach Gebrauchskategorie AC-1 ausgelegt werden.

Wird bei NOT-AUS eine sofortige Spannungsfreischaltung gefordert, muss das Bypass-Schütz auch die Motorlast schalten. Es ist in diesem Fall nach Gebrauchskategorie AC-3 auszulegen.

2

### Ansteuerung



⊖ NOT-AUS

S1: Aus (ungeführter Auslauf)

S2: Ein

① Freigabe

② Soft-Start/Soft-Stopp

③ Bypass-Schütz

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel DM4

2

#### Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)

Sollen mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter gestartet werden, so ist bei der Umschaltung folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Mit Softstarter starten
2. Bypass-Schütz einschalten
3. Softstarter sperren
4. Softstarterausgang auf den nächsten Motor schalten
5. Erneut starten

→ Abschnitt „Ansteuerung Teil 1“, Seite 2-64

- Ⓟ NOT-AUS
- F3: überflinke Halbleitersicherungen (optional) für Zuordnungsart 2
- Q1: Hauptschalter / Leitungsschutz (NZM)
- Q2/F11: optionale Steuerspannungsversorgung
- Qn3: Motorschutzschalter
- Qn4: Motorschütze Softstarter
- Qn5: Motorschütze Bypass
- S1: Q11 aus
- S2: Q11 ein

① Soft-Start/Soft-Stopp

② RUN

③ Ausschaltzeitüberwachung

Das Zeitrelais K1T ist so einzustellen, dass der Softstarter thermisch nicht überlastet wird. Die entsprechende Zeit ergibt sich aus der zulässigen Schaltfrequenz des gewählten Softstarters, bzw. muss der Softstarter so ausgewählt werden, dass die geforderten Zeiten erreichbar sind.

④ Umschaltüberwachung

Das Zeitrelais sollte auf ca. 2 s Rückfallverzögerung gestellt werden. Es wird damit sichergestellt, dass bei laufendem Softstarter nicht der nächste Motorzweig zugeschaltet werden kann.

→ Abschnitt „Ansteuerung Teil 2“, Seite 2-65

① Motor 1

② Motor 2

③ Motor n

⑨ Einzelmotorabschaltung

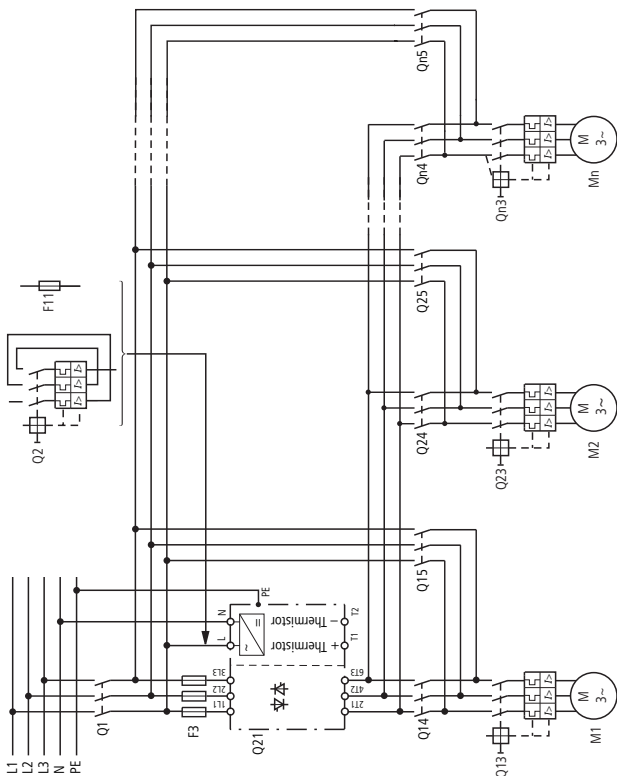
Der Aus-Taster schaltet alle Motoren gleichzeitig ab. Der Öffner ⑨ ist dann erforderlich, falls Motoren auch einzeln abgeschaltet werden sollen.

Dabei ist die thermische Belastung des Softstarters zu beachten (Starthäufigkeit, Strombelastung). Sollen die Starts zeitlich dicht hintereinander liegen, so ist unter Umständen der Softstarter größer zu dimensionieren (Auslegung mit entsprechend höherem Lastspiel).

## Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4

Kaskadensteuerung



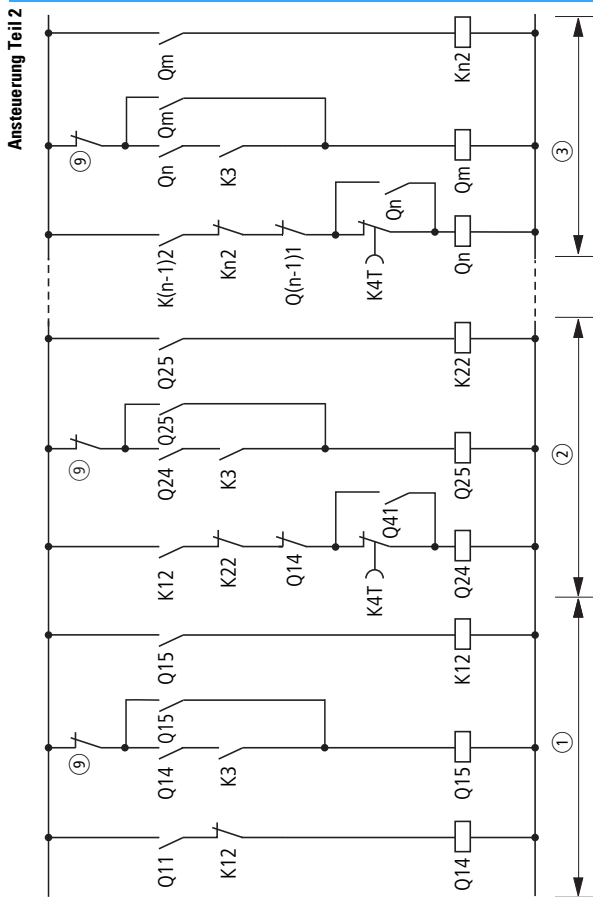
2





## Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel DM4



→ Abschnitt „Mehrere Motoren nacheinander mit einem Softstarter starten (Kaskadensteuerung)“, Seite 2-62

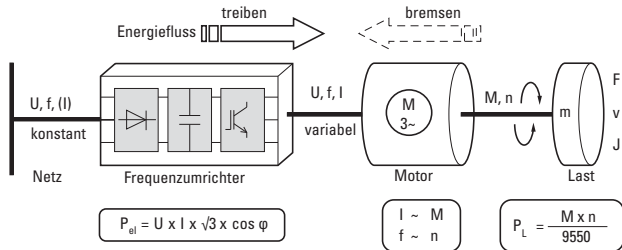
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Aufbau und Wirkungsweise von Frequenzumrichtern

Frequenzumrichter ermöglichen die variable und stufenlose Drehzahlregelung von Drehstrommotoren.

2



Der Frequenzumrichter wandelt die konstante Spannung und Frequenz des speisenden Netzes in eine Gleichspannung um. Aus dieser Gleichspannung erzeugt er für den Drehstrommotor ein neues, dreiphasiges Netz mit variabler Spannung und variabler Frequenz. Dabei entnimmt der Frequenzumrichter dem speisenden Netz fast nur Wirkleistung ( $\cos \varphi \sim 1$ ).

Die für den Motorbetrieb erforderliche Blindleistung liefert der Gleichspannungswiderrand. Somit kann auf netzseitige  $\cos \varphi$ -Kompensationseinrichtungen verzichtet werden.

Frequenzumrichter müssen die Produktnorm IEC/EN 61800-3 erfüllen.

- $U$  = Bemessungsspannung [V]
- $f$  = Frequenz [Hz]
- $I$  = Bemessungsbetriebsstrom [A]
- $M$  = Drehmoment [Nm]
- $n$  = Drehzahl [ $\text{min}^{-1}$ ]
- $F$  = Kraft [N]
- $v$  = Geschwindigkeit [m/s]
- $J$  = Trägheitsmoment [ $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ]
- $P_{el}$  = elektrische Leistung [kW]
- $P_L$  = mechanische Wellenleistung [kW]

- $\cos \varphi$  = Leistungsfaktor, Wirkfaktor ( $P/S$ ) mit
- $P$  = Wirkleistung =  $P_{el} = P_1$  [kW] und
  - $S$  = Scheinleistung [kVA]
- $\eta$  =  $P_L/P_{el} = P_2/P_1$  = Wirkungsgrad

# Elektronische Motorstarter und Drives

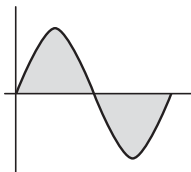
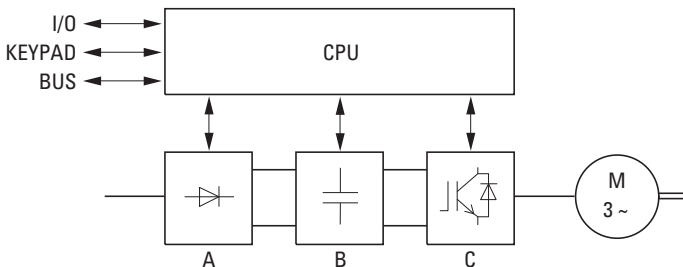
## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Blockschaltbild mit Hauptkomponenten eines Frequenzumrichters

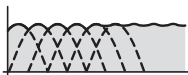
Interne Kontroll- und Regelkreise (CPU) überwachen alle im Frequenzumrichter vorkommenden Größen und schalten bei gefährlichen Werten den Prozess automatisch ab.

Das Leistungsteil eines statischen Frequenzumrichters in kompakter Bauform unterteilt sich in drei Hauptgruppen:

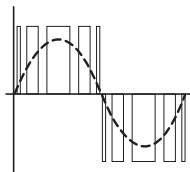
- Gleichrichter (A)
- Gleichspannungs-Zwischenkreis (B)
- Wechselrichter (C).



$U_{LN}$ : Strangspannung vom speisenden Wechselstromnetz



$U_{DC}$ : Zwischenkreisspannung  
 $U_{DC} = 1,41 \times U_{LN}$  (einphasige Strangspannung)  
 $U_{DC} = 1,35 \times U_{LN}$  (dreiphasige Strangspannung)

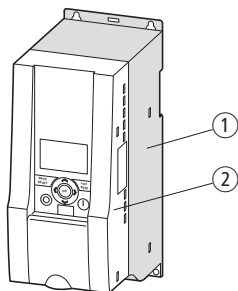


Ausgangsspannung = geschaltete Zwischenkreisspannung mit sinusbewerteter Puls-Weiten-Modulation (PWM)

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

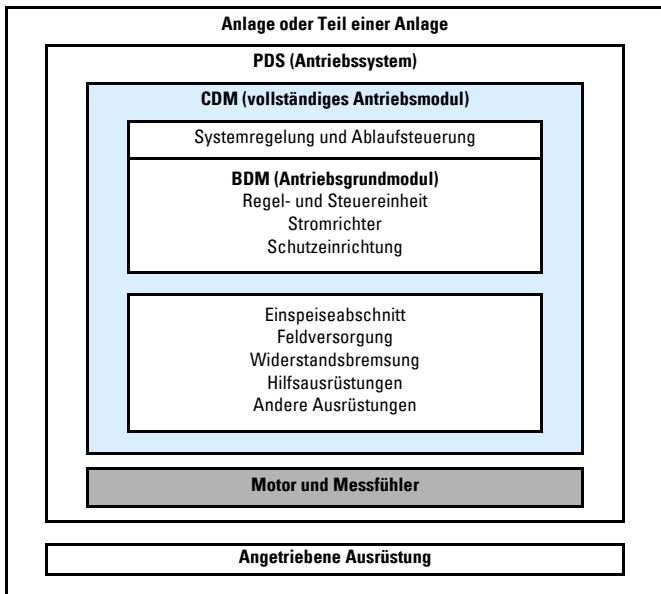


- ① Leistungsteil mit:
  - A = Gleichrichter
  - B = Gleichspannungs-Zwischenkreis
  - C = Wechselrichter
- ② Steuerteil mit:
  - I/O = analogen und binären Ein- und Ausgängen
  - KEYPAD = Bedieneinheit mit Anzeigeeinheit
  - BUS = serielle Schnittstellen (RS485, Feldbus, PC-Schnittstelle)

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Antriebssystem (PDS) nach EN 61800-3



2

#### **BDM (basic drive module) = Antriebsgrundmodul**

Elektronischer Leistungsstromrichter mit zugehöriger Regelung, der zwischen der elektrischen Versorgung und einem Motor angeschlossen ist. Das Modul regelt Drehzahl, Drehmoment, Kraft, Position, Strom, Frequenz und Spannung einzeln oder mehrere bis hin zu allen Größen. Das BDM kann die Leistung von der elektrischen Versorgung zum Motor und ebenso die Leistung vom Motor zur elektrischen Versorgung übertragen.

#### **CDM (complete drive module) = vollständiges Antriebsmodul**

Antriebsmodul, welches aus dem BDM und Erweiterungen wie Schutzeinrichtungen, Transformatoren und Hilfseinrichtungen besteht, aber nicht darauf begrenzt ist.

Dazu zählen jedoch nicht der Motor und die Messfühler, die mechanisch an die Motorwelle gekoppelt sind.

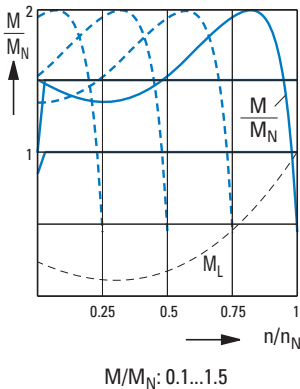
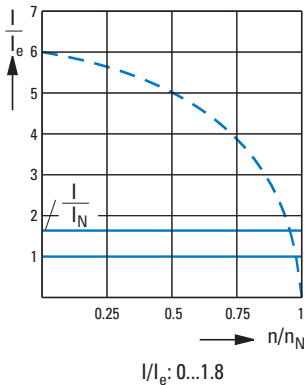
## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

Der frequenzgeregelte Drehstrommotor ist ein Standardbaustein zur stufenlosen Drehzahl- und Drehmomentregelung – energiesparend und wirtschaftlich, als Einzelantrieb oder als Teil einer automatisierten Anlage.

Diese bezieht sich dabei nicht nur auf den Frequenzumrichter als Komponente, sondern betrachtet ein komplettes Antriebssystem (PDS = Power Drives System) mit Motor, Leitungen, EMV usw. (→ Seite 2-69).

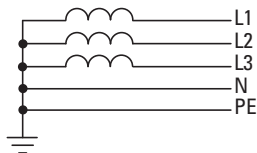
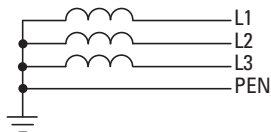


# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Elektrischer Netzanschluss

Frequenzumrichter dürfen uneingeschränkt an sternpunktgeerdeten Wechselstromnetzen (gemäß IEC 60364) angeschlossen und betrieben werden.



Anschluss und Betrieb an asymmetrisch geerdeten Netzen wie beispielsweise phasengeerdeten Dreiecknetzen (Grounded Delta, USA) oder nicht bzw. hochohmig geerdeten ( $> 30 \Omega$ ) IT-Netzen sind nur bedingt zulässig und erfordern zusätzliche Projektierungsmaßnahmen.

Die genormten Nennspannungen der Energieversorger (EVU) gewährleisten an der Übergabestelle zum Verbraucher folgende Bedingungen:

- maximale Abweichung vom Bemessungswert der Spannung  $U_{LN}$ :  $\pm 10 \%$
- maximale Abweichung in der Spannungssymmetrie:  $\pm 3 \%$
- maximale Abweichung vom Bemessungswert der Frequenz:  $\pm 4 \%$

In Bezug auf den unteren Spannungswert ( $U_{LN} - 10 \%$ ) der speisenden Netzspannung ist in den Verbrauchernetzen ein weiterer Spannungsabfall von  $4 \%$  zulässig. Die Anschlussspannung am Verbraucher darf daher Werte von  $U_{LN} - 14 \%$  annehmen.

In ringförmig eingespeisten Maschennetzen (wie beispielsweise in der EU) sind die Verbraucherspannungen (230 V / 400 V / 690 V) identisch mit den Versorgungsspannungen der EVUs. In sternförmigen Netzen (beispielsweise in Nordamerika) berücksichtigen die angegebenen Verbraucherspannungen den Spannungsabfall vom Einspeisepunkt des EVU bis zum letzten Verbraucher.

### Netzspannungen in Nordamerika

Versorgungsspannung $U_{LN}$ des EVU	Motorspannung gemäß UL 508 C	Verbraucherspannung (Bemessungswert für die Motoren)
120 V	110 - 120 V	115 V
240 V	220 - 240 V	230 V
480 V	440 - 480 V	460 V
600 V	550 - 600 V	575 V

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

#### EMV-Maßnahmen im PDS

In einer Anlage (Maschine) beeinflussen sich die elektrischen Komponenten gegenseitig. Jedes Gerät stört nicht nur andere, sondern wird selbst durch Störungen negativ beeinflusst. Die Einkopplung der Störenergie erfolgt dabei galvanisch, kapazitiv und/oder induktiv oder durch elektromagnetische Strahlung. Die Grenze zwischen den leistungsgebunden Kopplungen und der Strahlungskopplung liegt in der Praxis bei etwa 30 MHz. Über 30 MHz wirken die Leitungen und Kabel wie Antennen, die elektromagnetische Wellen ausstrahlen.

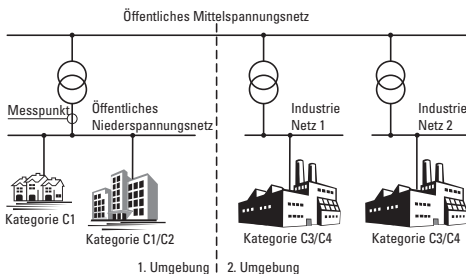
Die Betrachtung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) für drehzahlveränderbare elektrische Antriebe erfolgt gemäß der Produktnorm IEC/EN 61800-3. Sie umfasst das gesamte Antriebssystem (PDS = Power Drive System) von der netzseitigen Einspeisung bis zum Motor inklusive aller Komponenten einschließlich Kabel. Ein solches Antriebssystem kann dabei auch aus mehreren Einzelantrieben bestehen.

In einem Antriebssystem gemäß IEC/EN 61800-3 sind Fachgrundnormen der einzelnen Komponenten nicht gültig. Deren Hersteller müssen Lösungen anbieten, die den normgerechten Einsatz sicherstellen.

In Europa ist die Einhaltung der EMV-Richtlinien verpflichtend.

Eine Erklärung zur Konformität (CE) bezieht sich immer auf ein „typisches“ Antriebssystem. Der Endanwender oder Betreiber einer Anlage ist letztendlich verantwortlich für die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte und somit für die Sicherstellung der elektromagnetischen Verträglichkeit.

Er muss Maßnahmen zur Minimierung oder Beseitigung von Störaussendungen (Emissionen) in der jeweiligen Umgebung treffen. Weiter muss er dafür sorgen, die Störfestigkeit (Immissionen) der Geräte oder Systeme zu erhöhen.



#### EMV-Umgebung und Kategorien



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### PDS-Kategorien

Bei Antriebssystemen (PDS) werden folgende vier Kategorien unterschieden.

#### PDS der Kategorie C1

- PDS zum Einsatz in der ersten Umgebung
- Nennspannung < 1000 V

#### PDS der Kategorie C2

- PDS zum Einsatz in der ersten Umgebung
- Nennspannung < 1000 V
- nicht über Steckvorrichtungen angeschlossen
- nicht ortsveränderlich
- Anschluss und Inbetriebnahme müssen durch Personen erfolgen, die über technischen Sachverstand verfügen
- Warnhinweis erforderlich („Dieses Produkt kann in einem Wohnbereich Funkstörungen verursachen; in diesem Fall können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein.“)

#### PDS der Kategorie C3

- PDS zum Einsatz in der zweiten Umgebung
- kein Einsatz in der ersten Umgebung vorgesehen
- Nennspannung < 1000 V
- Warnhinweis erforderlich („Dieses PDS ist nicht für den Anschluss an das öffentliche Netz vorgesehen. Beim Anschluss an diese Netze kann es zu EMV-Störungen kommen.“)

#### PDS der Kategorie C4

- PDS zum Einsatz in der zweiten Umgebung, die mindestens einem der nachfolgenden Kriterien entspricht:
- Nennspannung > 1000 V
- Nennstrom > 400 A
- Anschluss an IT-Netze
- Geforderte dynamische Eigenschaften werden aufgrund von EMV-Filtermaßnahmen nicht erreicht.
- EMV-Plan erforderlich

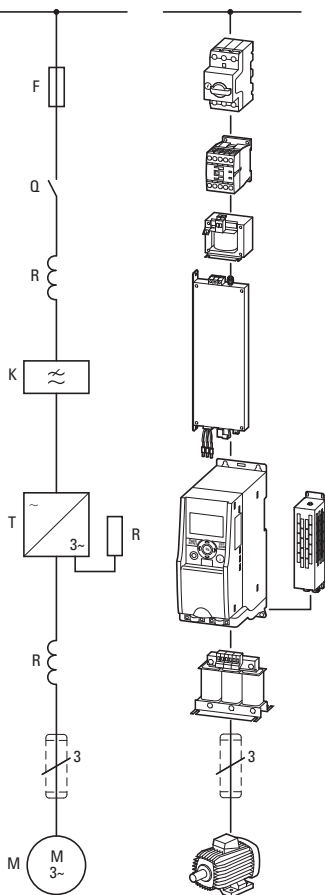
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Betriebsmittelkennzeichen

- F: Sicherungen und Schutzschalter  
(Leistungsschutz)
- Q: Kontrolliertes Schalten im Energiefluss  
(Schütz, Leistungsschalter)
- R: Begrenzung (Drossel, Widerstand)
- K: Funk-Entstörfilter
- T: Frequenzumrichter
- M: Motor

2



## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

**Sicherungen (Schutzschalter)** ermöglichen den Schutz von Leitungen und elektrischen Geräten. Für den Personenschutz sind zusätzlich allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (RCD Typ B) erforderlich.

**Leistungsschütze** dienen zum Ein- und Ausschalten der Netzspannung.

**Netzdröseln** dämpfen auftretende Stromüberschwingungen sowie Stromspitzen und begrenzen den Einschaltstrom (Zwischenkreiskondensatoren).

**Funk-Entstörfilter** dämpfen hochfrequente elektromagnetische Emissionen von Geräten. Sie dienen zur Einhaltung der in der jeweiligen Produktnorm definierten Grenzwerte (EMV) für leitungsgebundene Störaussendungen (Frequenzumrichter).

**Frequenzumrichter** ermöglichen die stufenlose Drehzahlsteuerung von Drehstrommotoren.

Ein **Bremswiderstand** wandelt die generatorische Bremsenergie des Frequenzumrichters in Wärme um.

Der Frequenzumrichter muss dazu mit einem Brems-Chopper ausgerüstet sein, der den Bremswiderstand parallel zum Zwischenkreis schaltet.

#### Motordrosseln

- kompensieren bei großen Motorleitungslängen die kapazitiven Umladeströme,
- reduzieren die Stromwelligkeit und die Stromänderungsgeräusche im Motor,
- dämpfen die Rückwirkungen beim parallelen Anschluss mehrerer Motoren.

#### Sinusfilter

- glätten die Ausgangsspannung sinusförmig,
- mindern durch die  $du/dt$ -Reduzierung die Geräusche im Motor und verlängern somit die Lebensdauer der Motorisolation,
- reduzieren die Ableitströme und erlauben so längere Motorleitungen bei günstigeren EMV-Werten.

**Abgeschirmte Motorleitungen** dämpfen abgestrahlte und leitungsgebundene Hochfrequenzemissionen innerhalb der von der jeweiligen Produktnorm definierten Grenzwerte (EMV).

#### Drehstrom-Asynchronmotor (Normmotor)

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

#### Hinweise zur fachgerechten Installation von Frequenzumrichtern

Unter Berücksichtigung der folgenden Hinweise wird ein EMV-gerechter Aufbau erreicht. Elektrische und magnetische Störfelder können so auf die geforderten Pegel begrenzt werden. Die erforderlichen Maßnahmen sind nur in der Kombination wirksam und sollten schon bei der Projektierung berücksichtigt werden. Die nachträgliche Erfüllung der erforderlichen EMV-Maßnahmen ist nur mit erhöhtem Aufwand und Kosten möglich.

Maßnahmen zur EMV-gerechten Installation sind:

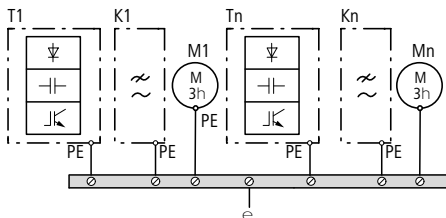
- Erdungsmaßnahmen,
- Schirmungsmaßnahmen,
- Filtermaßnahmen,
- Drosseln.

Sie werden im Anschluss näher beschrieben.

#### Erdungsmaßnahmen

Sie sind zwingend notwendig, um die gesetzlichen Vorschriften zu erfüllen und Voraussetzung für den wirkungsvollen Einsatz weiterer Maßnahmen wie Filter und Schirmung. Alle leitfähigen, metallischen Gehäuseteile müssen elektrisch leitend mit dem Erdpotential verbunden werden. Dabei ist für die EMV-Maßnahme nicht der Querschnitt der Leitung maßgebend, sondern die Oberfläche, auf der hochfrequente Ströme abfließen können. Alle Erdungspunkte müssen, möglichst niederohmig und gut leitend, auf direktem Weg an den zentralen Erdungspunkt (Potenzialausgleichschiene, sternförmiges Erdungssystem) geführt werden. Die Kontaktstellen müssen farb- und korrosionsfrei sein (verzinkte Montageplatten und Materialien verwenden).

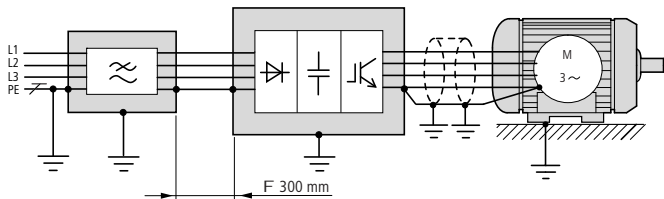
K1 = Funk-Entstörfilter  
T1 = Frequenzumrichter



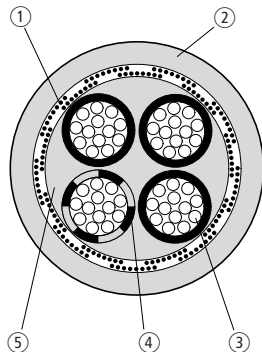
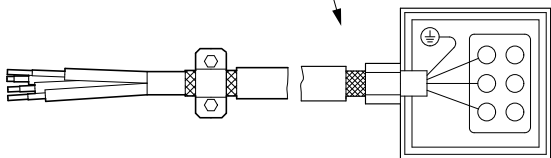
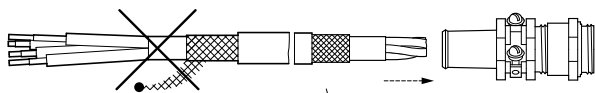
# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### Schirmungsmaßnahmen



2



Vieradrige abgeschirmte Motorleitung:

- ① Cu-Abschirmgeflecht, beidseitig und großflächig erden
- ② PVC-Außenmantel
- ③ Litze (Cu-Drähte, U, V, W, PE)
- ④ PVC-Aderisolierung: 3 x schwarz, 1 x grüngelb
- ⑤ Textilband und PVC-Innenmaterial

## Elektronische Motorstarter und Drives

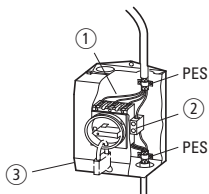
### Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

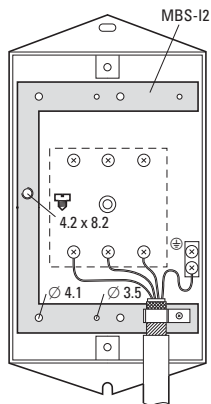
Schirmungsmaßnahmen dienen zur Reduzierung der gestrahlten Störenergie (Störfestigkeit benachbarter Anlagen und Geräte gegen die Beeinflussung von außen). Leitungen zwischen Frequenzumrichter und Motor müssen geschirmt verlegt werden. Der Schirm darf dabei nicht die PE-Leitung ersetzen. Empfohlen werden vieradrige Motorleitungen (drei Phasen + PE), deren Schirm beidseitig und großflächig auf Erdpotenzial gelegt wird (PES). Der Schirm darf nicht über Anschlussdrähte (Pig-Tails) aufgelegt werden. Schirmunterbrechungen (z. B. bei Klemmen, Schützen, Drosseln usw.) müssen niederohmig und großflächig überbrückt werden.

Unterbrechen Sie dazu den Schirm in der Nähe der Baugruppe und kontaktieren Sie ihn großflächig mit dem Erdpotenzial (PES, Schirmklemme). Die freien, nicht abgeschirmten Leitungen sollten nicht länger als etwa 100 mm sein.

Beispiel: Schirmauflage für Wartungsschalter



- ① Metallplatte (z. B. MSB-I2)
- ② Erdungsklemme
- ③ Wartungsschalter



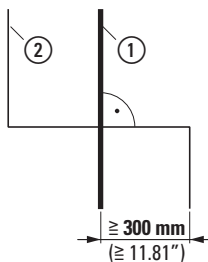
#### Hinweis

Wartungsschalter im Ausgang von Frequenzumrichtern dürfen nur im stromlosen Zustand betätigt werden.

Steuer- und Signalleitungen sollten verdreht sein und können mit Doppelschirm eingesetzt werden. Dabei wird der innere Schirm einseitig an der Spannungsquelle aufgelegt, der äußere Schirm beidseitig.

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter



Die Motorleitung muss räumlich getrennt von den Steuer- und Signalleitungen ( $> 30 \text{ cm}$ ) und darf nicht parallel zu Netzleitungen verlegt werden.

### Hinweis

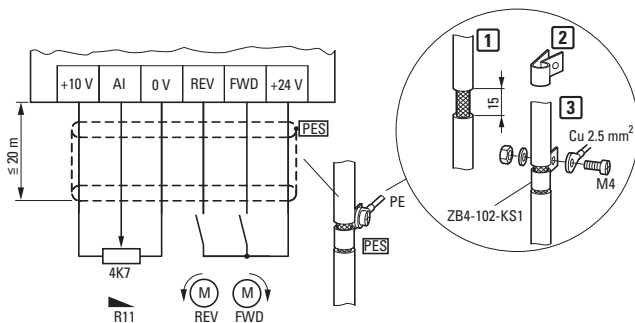
Auch innerhalb von Schaltschränken sollten Leitungen bei einer Länge größer als  $30 \text{ cm}$  abgeschirmt werden.

2

- ① Leistungsleitungen: Netz, Motor, DC-Zwischenkreis, Bremswiderstand
- ② Signalleitungen: analoge und digitale Steuersignale

### Beispiel zur Schirmung von Steuer- und Signalleitungen

Standardanschluss eines Frequenzumrichters mit Sollwertpotenziometer R11 (M22-4K7), Steuersignalen für Rechts- und Linkslauf (FWD, REV) und Montagezubehör ZB4-102-KS1



## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

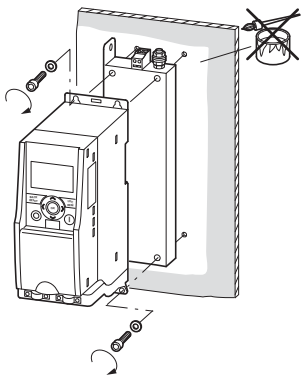
#### Filtermaßnahmen

Funk-Entstörfilter und Netzfilter (Kombination von Funk-Entstörfilter + Netzdrossel) dienen zum Schutz vor hochfrequenten leitungsgebundenen Störgrößen (Störfestigkeit) und reduzieren die hochfrequenten Störgrößen des Frequenzumrichters, die über das Netzkabel oder die Abstrahlung des Netzkabels ausgesendet werden und auf ein vorgeschriebenes bzw. gesetzliches Maß begrenzt werden sollen.

Filter sind heutzutage häufig bereits im Frequenzumrichter integriert oder sollten möglichst in unmittelbarer Nähe des Frequenzumrichters montiert werden. Bei extern angeordneten Funk-Entstörfiltern muss die Verbindungsleitung zwischen Frequenzumrichter und Filter kurzgehalten ( $\leq 30$  cm) werden.

#### Hinweis

Die Montageflächen von Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter müssen farbfrei und HF-mäßig gut leitend sein.

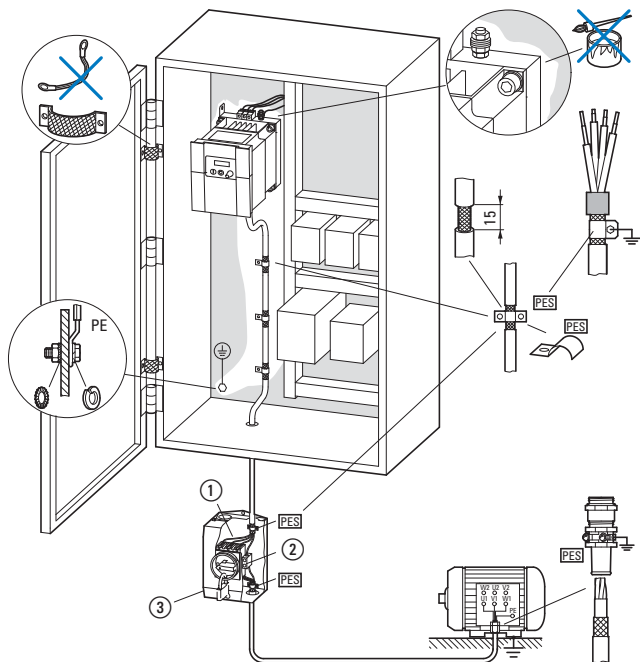




# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

### EMV-gerechter Aufbau und Anschluss



- ① Metallplatte mit PE-Anbindung
- ② Erdungsklemme (Verbindung der PE-Leiter und der Erdung der Metallplatte ①)
- ③ Wartungsschalter

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Grundlagen zum Frequenzumrichter

2

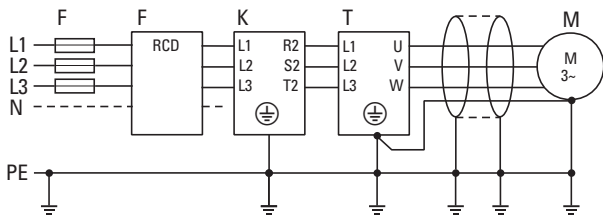
### Fehlerstromschutzschalter (RCD)

Frequenzumrichter und Funk-Entstörfilter haben betriebsbedingte Ableitströme, die im Fehlerfall (Phasenausfall, Schiefelast) erheblich größer als die Nennwerte werden können. Zur Vermeidung gefährlicher Spannungen müssen im PDS alle Komponenten (Frequenzumrichter, Funk-Entstörfilter, Motor, abgeschirmte Motorleitungen) geerdet sein. Da es sich bei den Ableitströmen um hochfrequente Störgrößen handelt, müssen diese Erdungsmaßnahmen niederohmig und großflächig sein.

Die Fehlerstromschutzschalter beim Frequenzumrichter müssen vom Typ B sein, da hier neben sinusförmigen Wechsel- und pulsformigen Gleichfehlerströmen auch reine Gleichfehlerströme auftreten können.

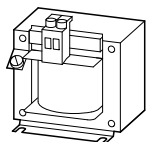
Bei Ableitströmen  $\geq 3,5$  mA muss nach VDE 0160 bzw. EN 60335 entweder:

- der Schutzleiter-Querschnitt  $\geq 10$  mm<sup>2</sup> sein,
- der Schutzleiter auf Unterbrechung hin überwacht werden oder
- ein zweiter Schutzleiter zusätzlich verlegt werden.

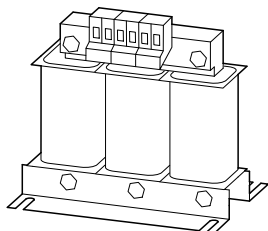


# Elektronische Motorstarter und Drives

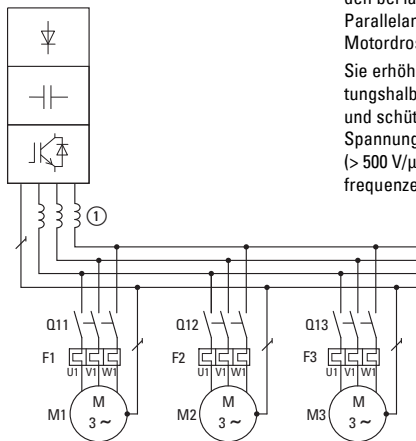
## Grundlagen zum Frequenzumrichter



einphasige Drossel



dreiphasige Drossel



### Netzdrosseln

Auf der Eingangsseite des Frequenzumrichters reduzieren Netzdrosseln die stromabhängigen Netzurückwirkungen und bewirken eine Verbesserung des Leistungsfaktors. Der Stromoberwellengehalt wird reduziert und die Netzqualität verbessert. Der Einsatz von Netzdrosseln empfiehlt sich besonders beim Anschluss mehrerer Frequenzumrichter an einen Netzeinspeisepunkt sowie beim Anschluss anderer elektronischer Geräte am Netz. Eine Reduzierung der Netzstromwirkung wird auch durch Gleichstromdrosseln im Zwischenkreis des Frequenzumrichters erreicht. Hierbei kann auf Netzdrosseln verzichtet werden.

### Motordrosseln

Im Ausgang des Frequenzumrichters werden bei langen Motorleitungen und beim Parallelanschluss mehrerer Motoren Motordrosseln ① eingesetzt.

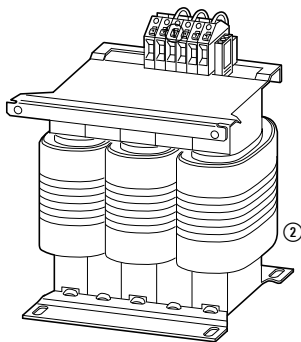
Sie erhöhen zudem den Schutz der Leistungshalbleiter bei Erd- und Kurzschluss und schützen die Motoren vor zu hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten ( $> 500 \text{ V}/\mu\text{s}$ ), die durch die hohen Taktfrequenzen hervorgerufen werden.

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Grundlagen zum Frequenzumrichter

#### Sinusfilter

2



SFB400/...

Sinusfilter sind eine Kombination aus Drossel und Kondensator (Tiefpassfilter).

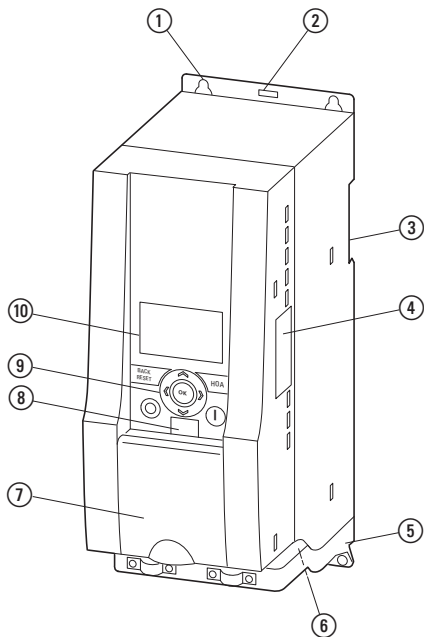
Sie verbessern die Sinusform der Ausgangsspannung des Frequenzumrichters, wodurch die Geräusche und die Erwärmung im Motor reduziert werden.

Vorteile eines Sinusfilters:

- lange geschirmte Motorleitung
  - max. 400 m bei Netzspannungen bis 240 V +10 %
  - max. 200 m bei Netzspannungen bis 480 V +10 %
- hohe Lebensdauer des Motors – wie bei reinem Netzbetrieb
- geringere Geräuschentwicklung des Motors
- geringere Motorerwärmung
- reduzierte du/dt-Werte (< 500 V/μs)

Nachteile eines Sinusfilters:

- bis zu 30 V Spannungsabfall
- Betrieb nur mit fest eingestellter Taktfrequenz möglich

**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel M-Max™****Produktmerkmale M-Max™****Bezeichnungen am M-Max™**

- |  |  |
|--|--|
| ① Befestigungslöcher<br>(Schraubenbefestigung)                           | ⑥ Anschlussklemmen des Leistungsteils                        |
| ② Entriegelung (Demontage von der<br>Montageschiene)                     | ⑦ Abdeckklappe der Steuerklemmen und<br>der Mikroschalter    |
| ③ Aussparung für die Montage auf der<br>Montageschiene (DIN EN 50022-35) | ⑧ Schnittstelle für PC-Anschaltgruppe<br>MMX-COM-PC (Option) |
| ④ Schnittstelle für Feldbus-Anschalt-<br>baugruppen (Option, MMX-NET-XA) | ⑨ Bedieneinheit mit 9 Steuertasten                           |
| ⑤ Installationszubehör EMV   | ⑩ Anzeigeeinheit (LCD)                                       |

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel M-Max™

---

#### Funktionen

Umfangreiche Schutzfunktionen gewährleisten einen sicheren Betrieb sowie den Schutz von Frequenzumrichter, Motor und Applikation. Sie schützen vor:

- Überstrom, Erdschluss
- Überlast (elektronischer Motorschutz)
- Übertemperatur
- Überspannung, Unterspannung

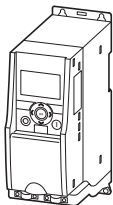
#### Weitere Funktionen

- Wiederanlaufsperrung
- U/f-Steuerung oder sensorlose Vektorsteuerung
- 2-facher Anlaufstrom und 1,5-facher Überstrom
- PID-Regler
- Ablaufsteuerung
- Bremssteuerung (DC-Bremsung)
- 8 Festfrequenzen
- Elektronisches Motorpotenziometer
- Logik-Funktion (Und, Oder, Exklusives Oder)
- Minimum- und Maximumbegrenzung von Frequenz und Strom
- Frequenzsprung (Frequenzausblendung)
- Gleichstrombremsung vor dem Start und bis zum Motorstillstand
- 2 Parametersätze

#### Dokumentation

Handbuch: MN04020001Z

Montageanweisung: IL04020001E

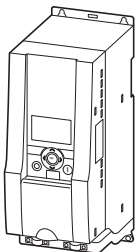
**Elektronische Motorstarter und Drives****Anschlussbeispiel M-Max™****Baugrößen M-Max™**

Baugröße 1 (FS1)

MMX12....: 1,7 - 2,8 A

MMX32....: 1,7 - 2,8 A

MMX34....: 1,4 - 2,4 A

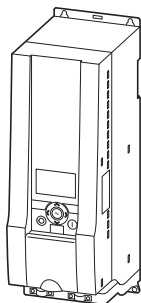


Baugröße 2 (FS2)

MMX12....: 3,7 - 7 A

MMX32....: 3,7 - 7 A

MMX34....: 3,3 - 5,6 A



Baugröße 3 (FS3)

MMX12....: 9,6 A

MMX32....: 9,6 A

MMX34....: 7,6 - 14 A

FS = Frame Size (= Baugröße)

MMX12....: einphasiger Netzanschluss,  
Bemessungsspannung 230 VMMX32....: dreiphasiger Netzanschluss,  
Bemessungsspannung 230 VMMX34....: dreiphasiger Netzanschluss,  
Bemessungsspannung 400 V

## Elektronische Motorstarter und Drives

### Anschlussbeispiel M-Max™

2

#### Anwendung

Die Frequenzumrichter der Gerätereihe M-Max™ ermöglichen die stufenlose Drehzahlsteuerung von Drehstrom-Asynchronmotoren. Sie eignen sich besonders für Applikationen, bei denen einfache Handhabung und Wirtschaftlichkeit eine zentrale Bedeutung haben.

Die kennliniengeführte Spannungs-Frequenz-Steuerung (U/f-Verfahren) erlaubt bereits in der Grundeinstellung ein weites Anwendungsspektrum: von einfachen Pumpen- und Lüfterantrieben, Standardapplikationen in der Verpackungsindustrie bis hin zum Mehrmotorenbetrieb in der horizontalen Transport- und Fördertechnik. Mit der sensorlosen Vektorregelung kann ein Einzelantrieb auch in anspruchsvollen Applikationen, bei denen ein hohes Drehmoment und eine hohe Rundlaufgüte im unteren Drehzahlbereich gefordert sind, eingesetzt werden: Beispielsweise in der kunststoff- und metallverarbeitenden Industrie, der Textil-, Papier- und Druckindustrie sowie im Bereich von Kran- und Liftanlagen.

Nennströme von 1,4 bis zu 14 A ermöglichen den Betrieb von vierpoligen Standard-Drehstrom-Asynchronmotoren im zugeordneten Leistungsbereich von:

- 0,25 bis 2,2 kW bei 230 V (einphasiger Netzanschluss),
- 0,25 bis 2,2 kW bei 230 V (dreiphasiger Netzanschluss),
- 0,37 bis 5,5 kW bei 400 V (dreiphasiger Netzanschluss).

#### Hinweise

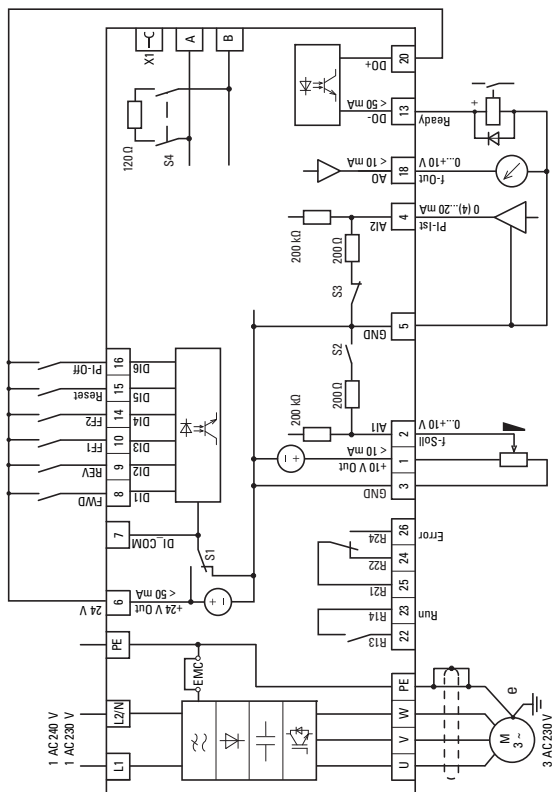
- Bei Installation und Betrieb gemäß UL® müssen die netzseitig angeordneten Schaltgeräte einen 1,25-fachen Eingangsstrom berücksichtigen können.
- Netzschütze berücksichtigen immer nur den eingangsseitigen Netz Bemessungsstrom  $I_{LN}$  des Frequenzumrichters ohne Netzdrossel. Die Auswahl erfolgt nach dem thermischen Strom (Gebrauchskategorie AC-1).
- Ein Tipp-Bereich über das Netzschütz ist bei Frequenzumrichtern nicht zulässig (Pausenzeit  $\geq 60$  s zwischen Aus- und Einschalten).



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

Blockschaltbild für MMX12...

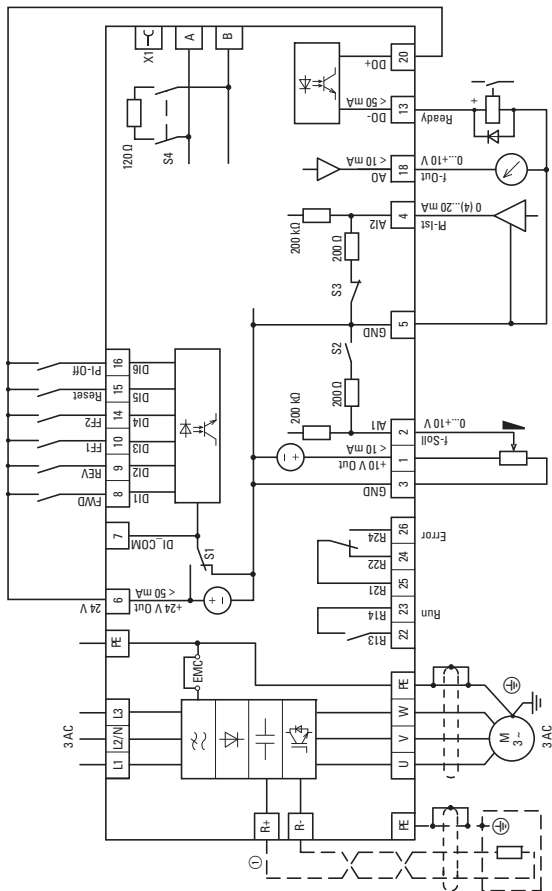


# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

Blockschaltbild für MMX32... und MMX34...

2



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

### Belegung der Steuerklemmen

Die Steuerklemmen sind in der Werkseinstellung wie folgt belegt:

- 2: AI1: f-Soll = Frequenzsollwert (0 - +10 V)
- 4: AI2: PI-Ist = Istwert für PID-Regler (Prozessvariable, 4 - 20 mA)
- 8: DI1: FWD = Freigabe Rechtsdrehfeld (Forward)
- 9: DI2: REV = Freigabe Linksdrehfeld (Reverse)
- 10: DI3: FF1 = Festfrequenz 1
- 13: DO-: Ready = Starbereit (Transistorausgang mit der Spannung von Klemme 20)
- 14: DI4: FF2 = Festfrequenz 2
- 15: DI5: Reset = Quittieren einer Fehlermeldung
- 16: DI6: PI-Off = PID-Regler deaktiviert
- 18: AO: f-Out = Ausgangsfrequenz zum Motor (0 - +10 V)
- 20: DO+: Eingangsspannung für Transistorausgang (+24 V DC)
- 22/23: R13/R14 (Schließer):  
RUN = Betriebsmeldung (Relais)
- 24/25/26: R21/R22/R24 (Wechsler):  
Error = Fehlermeldung (Relais)

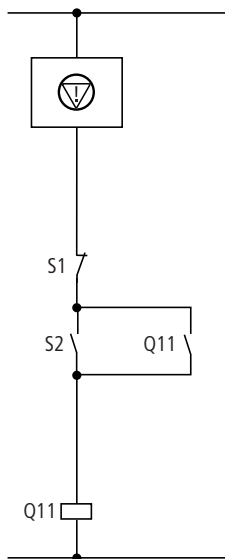
- ① Anschlussklemmen R+ und R- für externen Bremswiderstand (optional) – bei Baugröße 2 (FS2) und Baugröße 3 (FS3)

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

### Grundsätzliche Ansteuerung

2



### Beispiel 1

Sollwertvorgabe über Potenziometer R11  
Freigabe (START/STOPP) und Drehrichtungswahl über Klemmen 1 und 2 mit interner Steuerspannung

⊕ NOT-AUS-Kreis

F1: Leitungsschutz

PES: PE-Anschluss des Leitungsschirmes

Q11: Netzschütz

M1: Motor, 3-phasig, 230 V

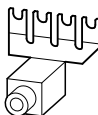
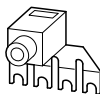
S1: AUS

S2: EIN

### Hinweise

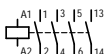
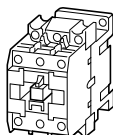
- Für einen EMV-gerechten Netzanschluss sind nach der Produktnorm IEC/EN 61800-3 entsprechende Funk-Entstörmaßnahmen erforderlich.
- Bei Frequenzumrichtern mit einphasigem Netzanschluss empfiehlt sich der Einsatz von Parallelverbindern zur gleichmäßigen Belastung der Strombahnen.

DILM12-XP1



(4. Pol abbrechbar)

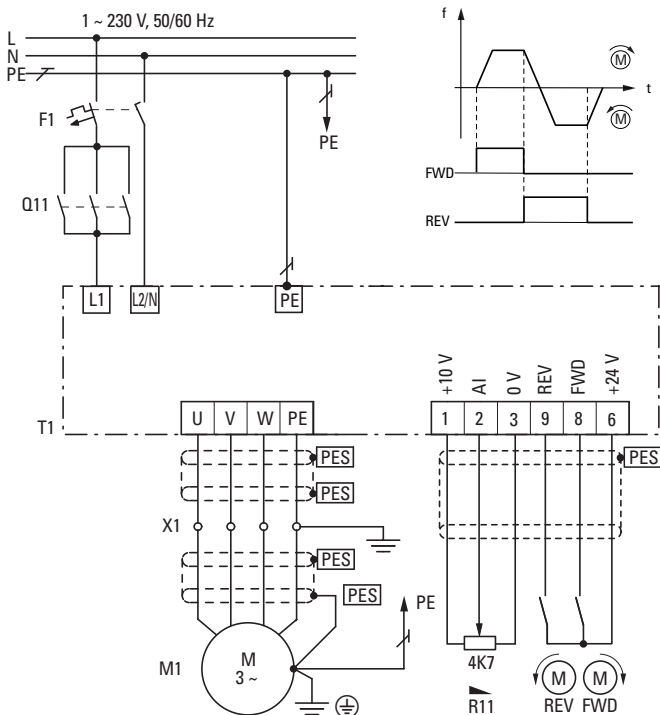
DILM



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

### Verdrahtung (MMX12...)



2

- Einphasiger Frequenzumrichter MMX12...
- Rechts-Linkslaufsteuerung über Klemmen 8 und 9
- Externe Sollwertvorgabe über Potenziometer R11

FWD: Freigabe Rechtsdrehfeld  
REV: Freigabe Linksdrehfeld

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

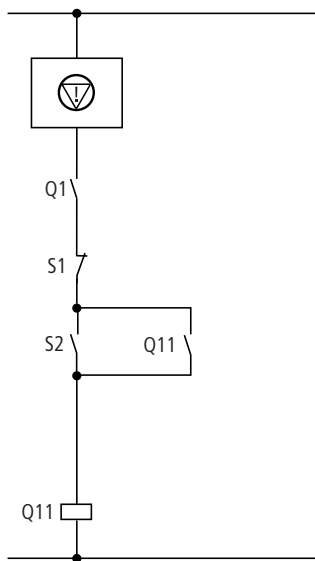
### Frequenzumrichter MMX34... mit externem Funk-Entstörfilter

#### Hinweis

Nur für MMX...N0-0 (ohne internen Funk-Entstörfilter)

# 2

#### Ansteuerung



#### Beispiel 2

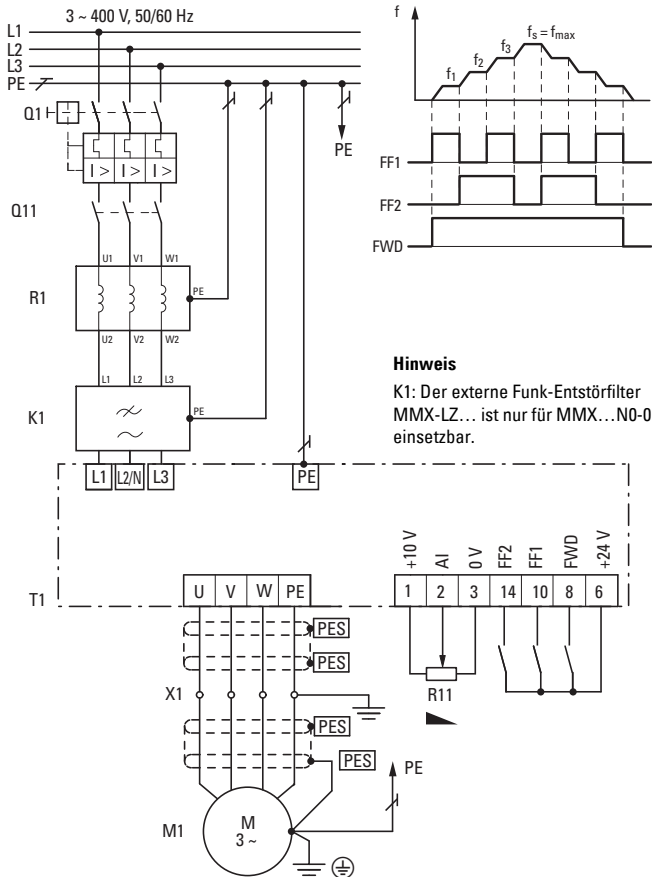
Sollwertvorgabe über Potenziometer R11 ( $f_s$ ) und Festfrequenz ( $f_1, f_2, f_3$ ) über Klemme 10 und 14 mit interner Steuerspannung Freigabe (START/STOPP) und eine Drehrichtungswahl über Klemme 8 (FWD)

- ⊕ NOT-AUS-Kreis
- FF1: Festfrequenz  $f_1$
- FF2: Festfrequenz  $f_2$
- FF1+ FF2: Festfrequenz  $f_3$
- FWD: Freigabe Rechtsdrehfeld, analoger Frequenz-Sollwert  $f_s$
- K1: Funk-Entstörfilter MMX-LZ...
- M1: Motor, 3-phasig, 400 V
- PES: PE-Anschluss des Leitungsschirmes
- Q1: Leitungsschutz
- Q11: Netzschütz
- R1: Netzdrossel
- S1: AUS
- S2: EIN

# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

### Verdrahtung (MMX34...)



# Elektronische Motorstarter und Drives

## Anschlussbeispiel M-Max™

### Anschlussvarianten

#### Variante A:

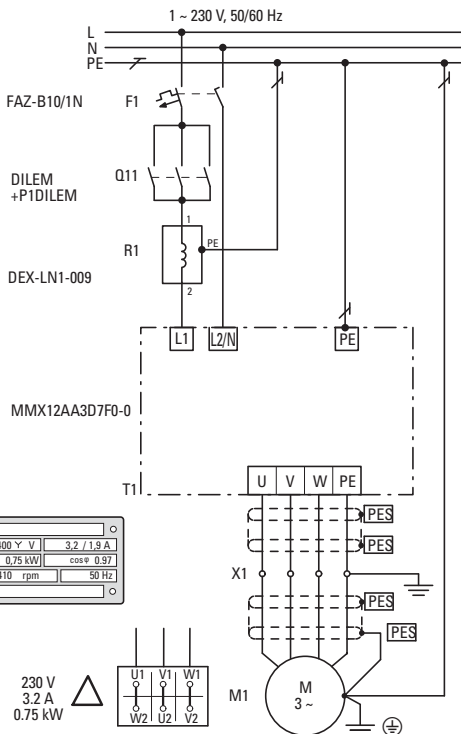
#### Motor in Dreieckschaltung (MMX12...)

Der unten aufgeführte 0,75 kW-Motor kann in der Dreieck-Schaltung an ein einphasiges Netz mit 230 V (Variante A) oder in Stern-Schaltung an ein dreiphasiges Netz

mit 400 V (Variante B) angeschlossen werden.

Motor: P = 0,75 kW

Netz: 1/N/PE 230 V 50/60 Hz





# Elektronische Motorstarter und Drives

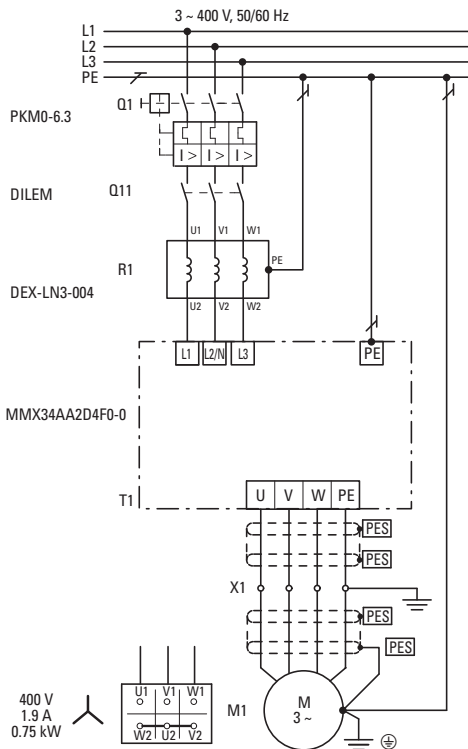
## Anschlussbeispiel M-Max™

### Variante B:

Motor in Sternschaltung (MMX34...)

Motor: P = 0,75 kW

Netz: 3/PE 400 V 50/60 Hz



# Elektronische Motorstarter und Drives

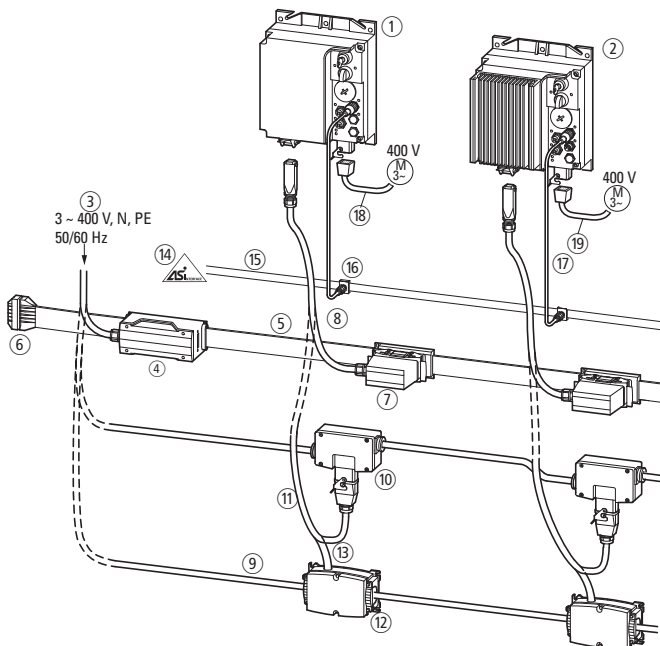
## System Rapid Link 4.0

### Systemübersicht Rapid Link Module RA 4.0

Rapid Link ist ein dezentrales Schalt- und Installationssystem.

Durch ihre kompakte Bauform und ihre hohe Schutzart IP65 können diese Motorstarter in unmittelbarer Nähe des Motors installiert werden.

Steckbare Anschlussleitungen mit normierten Anschlüssen reduzieren den Verdrahtungsaufwand und gewährleisten die in der Fördertechnik bevorzugte Installationstechnik.



## Elektronische Motorstarter und Drives

### System Rapid Link 4.0

#### Funktionsmodule:

- ① Motorstarter RAMO (Motor Control Unit) → dreiphasiger, elektronischer Direktstarter oder Wendestarter, mit elektronischem Motorschutz für zugeordnete Leistungen von 90 W bis 3 kW (bei 400 V).
- ② Drehzahlsteller RASP (Speed Control Unit) → dreiphasiger, frequenzgeschalteter Motorstarter (Festdrehzahlen, zwei Drehrichtungen, Sanftanlauf), in vier Leistungsgrößen (2,4 A/3,3 A/4,3 A/5,6 A) mit elektronischem Motorschutz für zugeordnete Leistungen von 0,18 kW bis 2,2 kW (bei 400 V).

#### Energiebus:

- ③ Energieeinspeisung (3 AC 400 V) über Leistungsschalter zum Schutz vor Überlast und Kurzschluss
- ④ Energieeinspeisung für Flachleitung
- ⑤ Flachleitung für 400 V AC
- ⑥ Endstück für Flachleitung
- ⑦ Flachleitungsabgang
- ⑧ Energieadapterleitung zum Flachleitungsabgang
- ⑨ Rundleitung für 400 V AC
- ⑩ steckbarer Energieabzweig für Rundleitung
- ⑪ Energieadapterleitung zum Rundleitungsabgang
- ⑫ Energieabzweig für Rundleitung
- ⑬ Energieadapterleitung (Rundleitung) zur Powerbox
- ⑭ AS-Interface® – Einspeisung über Kopfleitung

#### Datenbus:

- ⑮ AS-Interface®-Flachleitung
- ⑯ Abzweig für M12-Steckerleitungen
- ⑰ M12-Verlängerung

#### Motoranschluss:

- ⑱ ungeschirmte Motorleitung
- ⑲ abgeschirmte Motorleitung (EMV)

#### Produktmerkmale

Die Installation erfolgt mit Hilfe eines Energie- und eines Datenbusses, die in allen Modulen des Systems Rapid Link steckbar eingesetzt werden.

Im Mittelpunkt stehen kunden- und branchenspezifische Anforderungen für fördertechnische Applikationen.

In der Variante 4.0 verfügen die Rapid Link-Module über folgende Eigenschaften:

- Schutzart IP65
- Umgebungstemperatur im Betrieb von -10 °C bis +55 °C
- maximale Leitungslänge 10 m
- AS-Interface® Profi 7.4 für Kommunikation und Diagnose
- steckbare Anschlusstechnik nach ISO 23570
- Vor-Ort-Handbedienung
- Wartungs- und Reparaturschalter (optional)
- elektronischer Direktstarter RAMO-D
- elektronischer Wendestarter RAMO-W
- frequenzgesteuerter Drehzahlsteller RASP

#### Dokumentation

Handbuch: MN03406003Z

Montageanweisungen:

IL003406019Z

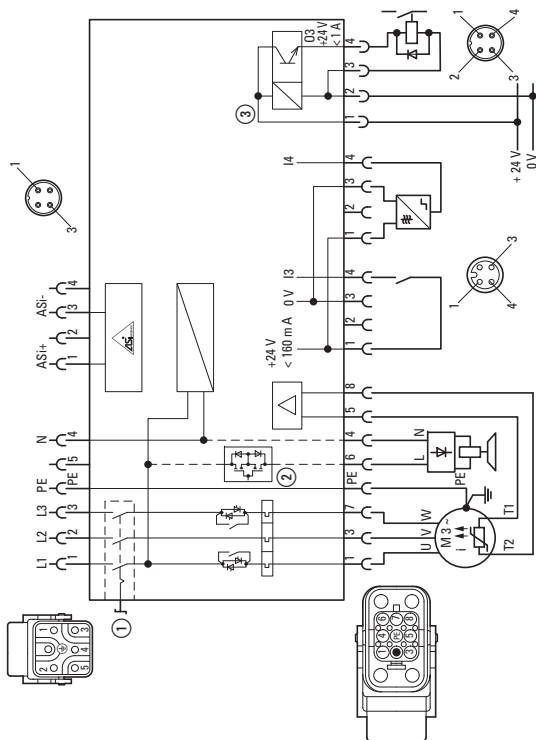
IL003406020Z

# Elektronische Motorstarter und Drives

## System Rapid Link 4.0

### Blockschaltbild RAMO-D...

### Elektronischer Direktstarter



Optionale Ausprägung:

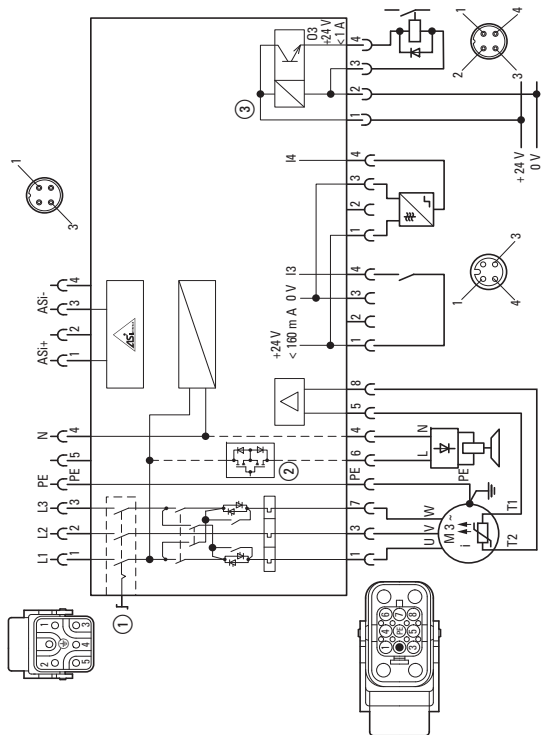
- ① Reparaturschalter
- ② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
- ③ Ausgang Aktor

# Elektronische Motorstarter und Drives

## System Rapid Link 4.0

### Blockschaltbild RAMO-W...

### Elektronischer Wendestarter



Optionale Ausprägung:

- ① Reparaturschalter
- ② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
- ③ Ausgang Aktor

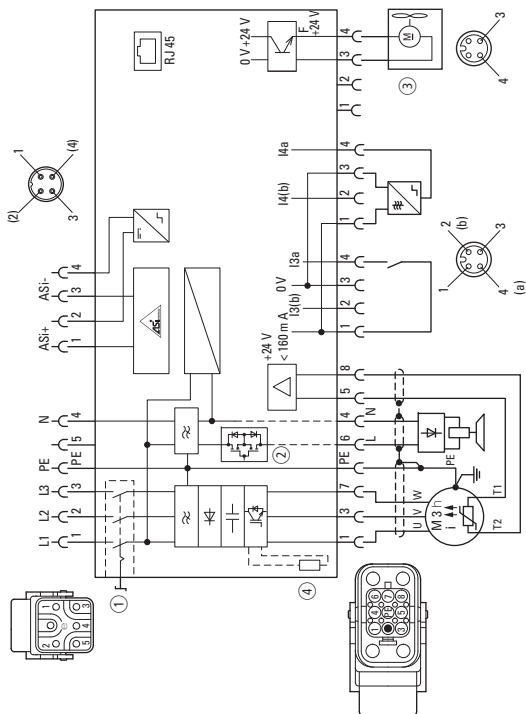
# Elektronische Motorstarter und Drives

## System Rapid Link 4.0

### Blockschaltbild RASP-...

#### Frequenzumrichter

2



Optionale Ausprägung:

- ① Reparaturschalter
- ② Ansteuerung externe Bremse (230 V)
- ③ Gerätelüfter
- ④ interner Bremswiderstand